Questo Libro che fu già del Celebre Guglielmini, e da lui postillato Antaldo Antaldi avendolo acquistato nella vendita della Libreria Hercolani in Bologna, dona all'Architetto Andrea Antaldi suo Fratello.

8. Agosto 1828.

DIREZIONE DE' FIVMI

TRATTATO DELLA DIREZIONE DE' FIVMI

Nel quale ſi dimoſtrano da' ſuoi veri principi i modi più ſicuri, e meno diſpendioſi di riparare a' danni, che ſogliono farſi dall' Acque.

DI D. FAMIANO MICHELINI

Filoſofo, e Matematico del Sereniſſimo Principe

LEOPOLDO DI TOSCANA

E già Profeſſore delle Matematiche nello Studio di PISA.

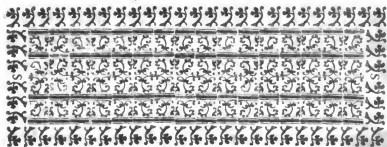
AL SERENISSIMO

FERDINANDO II.

GRANDVCA DI TOSCANA

IN FIRENZE.

Nella Stamperia della STELLA. MDCLXIV.

Con licenza de' Superiori.

SERENISS. GRANDVCA

FFERISCO all' Alt. Voſtra Sereniſs. queſta mia breue fatica, non perch'io la reputi degna di comparire auanti a ſi alto coſpetto, ma perchè nacque dal ſuo benigno comandamento, allorachè ſi degnò ordinarmi, ch'io ſpeculaſsi ſopra i violenti effetti de' fiumi, e per eſſere ancora la primogenita delle mie ſpeculazioni, che ſien per vſcire alla luce. E ſe fu legge, e coſtume, che le primizie ſi offeriſſero all' Autore del tutto Iddio, queſta che pure (quale

* ella

ella ſi ſia) è primizia del mio debole ingegno , a ragione è douuta all' A. V. , a cui ella dee l' origine , ſiccome io debbo alla medeſima , e queſta , ed ogni altro mio progreſſo , auendomi, giá ſono ventott' anni , onorato per ſolo impulſo della propria benignitá , di deſtinarmi al ſeruizio de' Sereniſſimi Principi Gio: Carlo poi Cardinale di glorioſa memoria , e Leopoldo Eruditiſſimo fra' Principi , e Principe fra' Filoſofi , ſuoi Fratelli per la lettura delle Matematiche; e non paga di tanto onore, eſſendoſi degnata di più , ch' io ſeruiſsi a lei medeſima nell' eſplicazione de' primi elementi Aſtronomici . Mi conforta anche a ciò fare l'eſſer queſt' Operetta , prima , e pura inuenzione in materia non ancora , per quel ch' io creda , ſtata con veritá dilucidata da altri , ond' ella a giudizio mio , arriuerá come nouellizia al Mondo , preſſo al quale , ancorchè le nouellizie non ſieno molte volte ſtagionate , e perfette , per tal no-

me

me, ſe non altro di nouitá, ſi ſtimano degne del guſto de' Grandi.

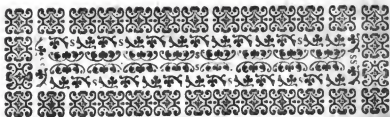
Vorrebbe queſta mia inuenzione conſeruarſi, per quanto può, quell' onore, che vna volta in occaſione di general conferenza ſopra tal materia de' fiumi, le fu dall' A. V. S. attribuito: Ne ciò ſpera in altra guiſa poter meglio conſeguire, (douendo pur' ora per obbedire a' cenni del Sereniſs. Principe Leopoldo ſuo Fratello incamminarſi alle ſtampe) che con adornarſi del Sereniſsimo nome di lei tanto celebre a tutto il Mondo, per la ſingular protezione, che ſi compiace tenere delle nuoue Filoſofiche eſperienze, delle Matematiche diſcipline, e de' profeſſori di eſſe, inſieme con tutta la ſua Sereniſsima Caſa l' Altezza Voſtra Sereniſs., alla quale vmilmente inchinandomi, benchè ſcarſo di talento, e d'auere, ricco di deuozione, e d'oſſequio, auguro grandezze, e felicitá, le quali non ſi potendo eſ-

primere

primere con parole, conseruo chiuse nell'animo. Firenze li 15. Ottobre 1664.

Di V. A. Serenifs.

Vmilifs. Deuotifs. ed Obbligatifs. Seruidore

Famiano Michelini.

PROEMIO

A' BENIGNI LETTORI

OPO una lunga, e attenta considerazione degli effetti rouinosi de' fiumi, e de' ripari, che sogliono comunemente opporsi loro per difender le campagne addiacenti dalle inondazioni, parmi (s'io non m'inganno, o Cortesi Lettori) d'auer ritrouato i veri modi non pure di rimediare con artifici molto facili a' danni di essi, che sono grauissimi, e continui, ma ancora le regole di bene indirizzare il corso loro, e accomodargli alla nauigazione. I mezzi per conseguire questi fini sono molto diuersi da quelli, che sono stati usati sin' ora: onde io ben comprendo qual giudicio ne douerà esser fatto, stimandosi comunemente prudenza l'aderire alle cose, che son

§ *piaciute*

piaciute a nostri maggiori, e che dal saper loro, e dalla lunga sperienza sono state approuate. E per lo contrario è riputata leggerezza il lasciarsi lusingare dalle promesse speciose, le quali s' allontanano dalla via comune, e battuta, per entrare in vn' altra non praticata, ed esposta a mille pericoli, e difficultà. Ma ciò non ostante si son pure in ogni tempo ritrouate cose nuoue, le quali ne' precedenti secoli non solo pareuano incredibili, ma con grau disprezzo, e derisione da principio erano rifiutate. Pareua cosa impossibile, che la vasta mole d' vn gran nauilio potesse esser diretta, e girata senz' adoperar molte macchine, e forza grande, e pure vn debol fanciullo mouendo semplicemente la tauola del timone, riuolta vn vassello douunque ei vuole. Chi mai si sarebbe indotto a credere, che la medesima naue potesse spignersi velocemente pe' l mare senza lo sforzo di numerosa ciurma applicata a muouere i remi? E pure vi fu, chi senza fare sforzo niuno seppe spignerla nell' alto pelago con distendere vna semplice tela, e standosi egli a sedere ebbe ardir di seruirsi della gran forza del vento, come di schiauo remigante, con maestria tale, che col medesimo vento potesse far viaggi contrari. Qual cosa in natura più tremenda, e meno immitabile fu giammai veduta che il fulmine? Nientedimeno dopo il corso di tanti secoli riuscì all' vomo con poca poluere accesa non solamente formare il tuono, ma agguagliar percuotendo l' eccessiua violenza del fol-

gore

gore. Ma non trouerei la fine del mio diſcorſo, s' io volesſi arrecare ſimiglianti eſempli, ne' quali ſi vede l' induſtria, e la perſpicacia dell' ingegno vmano eſſerſi ſaputa valere delle forze grandi ch' ella non hà, e deludere (per così dire) la natura ſteßa adoperando la poſſanza dell' acqua, dell' aria, e del fuoco, come di ſuoi miniſtri applicati a ſeruirlo oſſequioſamente. Vna ſimil coſa ſtimo io, poterſi fare intorno a' fiumi da chi ſaprà valerſi artificioſamente della gran forza loro, neceſsitandogli ad operare in maniera, ch' e' non poſſano, ne vogliano rompere gli argini, e inondar le campagne. Le quali coſe, ſe io auerò conſeguite, ſtimerò di non auere impiegato il tempo inutilmente in queſta ſpeculazione, da cui così gran beneficio può riſultare. Laonde ancorchè io proponga coſe molto ſpecioſe, e nuoue, non è giuſto che alla bella prima ſenza eſſere inteſo io ſia deriſo, e diſprezzato, come promulgator di coſe impoſsibili. Chieggo adunque alla voſtra Benignità, che queſta mia ſcrittura ſia letta prima ch' io ſia condannato; dimanda ne ingiuſta, ne difficile ad impetrarſi, perche in fine poco perdimento di tempo ricerca vn' Opera così breue, e non leggendola s' incorre in pericolo di far torto alla verità, d' aggrauar la propria coſcienza condannando le coſe, ſenza ſapere s' elle ſien degne di biaſimo, e di defraudare il zelo del Principe, ed il bene del publico, il quale patiſce tante ſpeſe, e tanti danni dalle inondazioni de' fiumi. Non ſi ammetta (vi prego) per ſufficiente confu-

tazione quello ch' io m' aspetto, che sia per dirsi dal volgo, cioè, che la Pratica in quest' affare dell' acque, e de' fiumi sia di gran lunga superiore alle speculazioni, ed alla Teorica. Imperciocchè tutto quello, che sa, è che sa di buono la Pratica, tutto è fondato, dimostrato, e insegnato prima dalla Teorica, e tante belle operazioni che fanno gl' abbachisti, gli architetti, e gl' ingegnieri, altro non sono che marauigliosi parti dell' Arimmetica, e della Geometria, le quali dopo tante loro vigilie, e sudori messero nelle mani de' meccanici bello, e smaltito quanto essi fanno molte volte senza pur saperne il perchè. Onde souente adiuiene, che alcuni puri pratici non intendendo a chi debbano saper grado di tanti ingegnosi strumenti, e sottilissime operazioni, sono ingrati verso le Matematiche, e quelle stimano, ed asseriscono inutili, ne s' accorgono di far contro a se stessi, mentre condannano quelle scienze, che a loro furon maestre, e da cui l' arti loro riceuettero i fondamenti, e 'l principio. Non si disprezzi adunque questa mia inuenzione circa i ripari de' fiumi, ne per esser nuoua, perchè tutte le cose furon nuoue vna volta, ne per esser messa in luce dalla Teorica, e donata alla Pratica, perchè a quella sola appartiene l' inuentare, e specular cose nuoue in questo genere con fondamento, siccome a questa l' applicarle, e metterle in vso per beneficio del Mondo. Conchiudo pertanto, che si legga attentamente questa breue scrittura, prima di fulminare i biasimi, e le

derisioni

derisioni contro all' Autore di essa : perch' io poi spero , che l' euidenza delle ragioni , con le quali ella è prouata , dourà persuadere qualunque non appassionato , che si compiaccia accuratamente vederla . Che però non solamente prego , ed esorto , ma ancora metto a scrupolo a chi s' appartiene , che la vegga , e la conconsideri per seruizio del Principe , e per bene de' popoli , al quale tutti siamo obbligati . Se l' inuenzione da me proposta prima bene intesa , e poi ben praticata partorirà quel gran giouamento ch' io spero , stimolerò me stesso con la felicità dell' euento a ricercar più attentamente , perfezionare , e quandoche sia proporre alcun' altre speculazioni nella stessa materia dell' acque , e spezialmente i rimedi tanto ricercati per le inondazioni del Teuere , e per la laguna di Venezia affine di liberare dagl' imminenti pericoli quelle due famose Città , Reine della Terra , e del Mare . Ma ritornando a nostra materia , prima d' entrar nel discorso debbo auuertire , che essendo fatta questa scrittura non solo per i più intendenti , e periti nelle scienze Matematiche , e Filosofiche , ma ancora per render capaci i semplici ingegneri , i quali taluolta perturba l' entrare nelle speculazioni Geometriche , che pur son necessarie per sodisfare agl' ingegni eleuati ; debbo (dico) auuertire , che gl' ingegneri pratici potranno delle dimostrazioni poste in questo Trattato contentarsi solo delle proposte , e delle conclusioni gia stabilite , e continuar la lettura di tutto il rimanente discorso : E i Matematici

matici ſi compiaceranno di tollerare (trouandoli) alcuni vocaboli impropri, e nuoui nelle ſcienze, ma aſſai approposito per la materia pratica e per chi dee operare.

Viuete Felici.

* * *

* *

*

AVVERTIMENTO

A' Librai che legheranno il preſente Libro.

LE Figure vanno tutte poſte in fine ſecondo l'ordine de' numeri, e cucite dall'eſtremità della parte bianca, talmentechè ripiegate in dentro entrino tutte dentro alla margine, e ſpiegate in fuora eſcano totalmente fuora della medeſima.

TRATTATO
DELLA DIREZIONE DE' FIVMI.
Delle cose che debbono supporsi, e premettersi per perfetta intelligenza della forza, de' fiumi, e della robustezza de' loro ripari.
Cap. I.

ESSENDO mia intenzione trattar breuemente del modo di riparare a'danni che sogliono apportare i fiumi alle Città, e alle campagne adiacenti, nel primo luogo, conforme richiede il metodo dottrinale, recherò alcune supposizioni euidenti al senso, e poi dimostrerò alcuni Lemmi necessari per la chiara intelligenza delle cose, che s'anno a trattare.

I. Primieramente suppongo, che la forza minore ceda alla maggiore:

II. Secondo, che l'acqua, come qualsiuoglia altro corpo graue, abbia facoltà di mouersi, e spignersi verso il centro della terra, la qual facoltà comunemente si chiama grauità.

III. Terzo suppongo, che tal discesa dell'acqua

in quanto graue, e lo sforzo, ed impeto di ſcendere ſi farà per la via più breue, la quale ſarà la diritta perpendicolare alla ſuperficie orizzontale della terra; ma venendo impedita da qualche oſtacolo farà ella ad ogni modo sforzo per condurſi da vn luogo più alto ad vn baſſo per la via più breue, e più ripida, cioè per quella, che più s'auuicina alla breuiſſima, cioè alla perpendicolare ſopra la ſuperficie orizzontale. Come per eſempio; Vedi Fig. I. eſſendo B C. il piano dell'orizzonte, l'acqua, e qualunq; graue coſtituito nel punto ſubblime A, dal quale per più vie può condurſi, e cadere ſopra il detto piano orizzontale per l'A B perpendicolare à quello, ò pure per l'inclinate A C, e A D, delle quali tutte ella ſcerrà la perpendicolare A B, come breuiſſima, e ripidiſſima fra tutte l'altre, ma quando ella ſia impedita dalla durezza di qualche piano inclinato all'orizzonte caderà per vna linea retta collocata nel piano verticale al piano dell'orizzonte, e ſcerrà fra tutte le vie inclinate l'A C, come più breue della più remota A D, e come più proſſima alla perpendicolare mentre coſtituiſce l'angolo acuto C A B minore dell'angolo D A B. Dalla qual figura ſi comprende, che ſe due Triangoli aueranno la medeſima, ò l'vguale altezza per vno de' lati intorno ad vn' angolo vguale, ò comune, ma l'altro lato maggiore dell'altro lato intorno al medeſimo angolo,

quello

quello, che auerà maggior lato, auerà anco maggior'angolo opposto à detto lato di quell'angolo opposto al lato minore. E sia la stessa figura A B C D, che intorno all'angolo medesimo B vi sia l'altezza comune A B: ma nel triangolo A D B il lato D B è maggiore del lato C B nel triangolo A C B, onde facilmente si deduce, che l'angolo D A B del triangolo D A B opposto al lato D B è maggiore dell'angolo C A B nel triangolo C A B opposto al lato C B, e questo perche il tutto è maggiore della sua parte. O vero essendo l'angolo A C B esterno maggiore dell'interno, ed opposto D, verrà per la 32 del primo l'angolo D A B maggiore dell'angolo C A B, il che è sempre vero ancorche l'angolo B comune non fusse retto.

Supposto questo, passo à dimostrare, che se vn graue sarà collocato sopra vn piano inclinato al piano dell'orizzonte, egli scenderà sopra di quello per la retta linea, che sarà perpendicolare alla comune sezione di detti due piani.

Sia il piano eleuato A B C D, il quale incontri il piano dell'orizzonte O H C D, e si seghino scambieuolmente nella retta linea C D. Posto poi qualunque graue nel punto E subblime del piano inclinato, dal quale caschino le rette linee E F, E C, E D, delle quali la sola E F sia perpendicolare alla C D. Dico ora, che il graue dal punto E scorrerà sopra il piano A C per la retta li- *Fig. II.*

nea E F, e non mai per la E C, o per la E D.

Dimostrazione. Caschi dal punto ſubblime E la retta E G perpendicolare al piano dell'orizzonte, che l'incontri in G, e congiunganſi le rette linee F G, C G, G D. Prima perche la E F è perpendicolare ſopra la C D, adunque nel triangolo E C F la retta E C oppoſta all'angolo retto, e però maſſimo di tutti gli altri, ſarà maggiore della F E; per la medeſima ragione la D E ſarà maggiore della ſteſſa F E, e però la F E verrà à eſſer la minore di tutte quelle vie, che dal punto ſubblime E per il piano inclinato arriuano fino al piano orizzontale.

Prouerò appreſſo, che la F E ſia la più vicina alla perpendicolare E G eretta al piano dell'orizzonte, e la più ripida di qualſiuoglia altra. Perche la retta linea E G fu tirata perpendicolare ſopra il piano dell' orizzonte O H C D adunque la ſteſſa E G farà angoli retti con le due F G, C G, che ſono nel piano ſoggetto, e concorrono con eſſo lei in G. Per la qual coſa nel triangolo E G F ſarà il quadrato di E F eguale a' due quadrati inſieme preſi delle rette E G, G F. Ma nel triangolo rettangolo E F C il quadrato della C E oppoſto all'angolo retto F verrà ad eſſere eguale à quadrati della C F, e della F E, cioè a' tre quadrati della C F, dell' F G, e della G E inſieme preſi. Finalmente nel triangolo E G C il medeſimo

mo

mo quadrato della C E opposto all'angolo retto G verrà à esser' vguale a' quadrati della C G, e della G E insieme presi. Laonde i tre quadrati insieme delle C F, F G, G E saranno vguali a' due quadrati dalle C G, G E, toltone via il quadrato di E G comune, verrà à rimanere il quadrato di C G eguale a' due quadrati delle C F, & F G. Per la qual cosa l'angolo C F G sarà retto, e però il lato C G, che lo suttende, sarà maggiore del lato F G. Auendo dunque due triangoli rettangoli E G F, E G C l'altezza E G comune, ma il lato G F minore del lato G C, sarà l'angolo F E G minore dell'angolo C E G, e così di qualunque altro D E G; e però l'inclinata E F sarà più vicina alla perpendicolare E G, che non è la E C, e così di qualsiuoglia altra E D; e sono tali angoli de piani perpendicolari à quel dell'orizzonte, poiche tutti passano per la retta E G; Adunque la E F è via più ripida è pendente, che non è la E C, ò qualunque altra E D. E dunque manifesto che la E F perpendicolare alla C D è la più breue, la più vicina alla perpendicolare E G, eretta all'orizzonte, e la più ripida di quante se ne possano tirare dal punto E del detto piano fino all'orizzonte posta nel piano F E G perpendicolare al medesimo orizzonte. Potendo dunque il graue costituito in E scorrere per la superficie inclinata A C fino al piano dell'orizzonte H D, benche

benche egli poſſa conduruiſi per più vie, non laſcerà giamai la breuiſſima, e più ripida F E, per conduruiſi per le vie più lunghe, e meno vicine alla perpendicolare, e meno ripide in virtù della ſuppoſizione fatta. Si che è manifeſto quello, che ſi propoſe.

Diffinizioni. Ora per l'auuenire la via breuiſſima, e più ripida di quante ſi poſſano fare in vn piano inclinato all'orizzonte, qual fu la E F, chiamiſi la VIA DELLA SCESA, la quale ſarà coſtituita in vn piano verticale, ò perpendicolare all'orizzonte, e queſto chiamiſi PIANO DELLA SCESA.

Coroll. I. Notiſi ancora, che la G F comune ſezione del piano verticale, e dell'orizzonte viene à eſſer ſempre perpendicolare alla medeſima C D comune ſezione del piano inclinato A C dello ſteſſo orizzonte.

Coroll. II. E però la comune ſezione D C del piano inclinato, e dell'orizzonte ſarà ſempre perpendicolare al piano verticale F G E, che paſſa per le due E F, F G.

Fig. III. Sia finalmente il piano del rettangolo A B C D inclinato al piano dell'orizzonte E F G H in maniera che il lato A B ſia più alto, e ſolleuato che non è C D, ma il lato A D ſia più alto, che non è l'oppoſto C B, dico che la via della ſceſa in detto piano non ſarà perpendicolare à niuno de lati oppoſti del parallelogrammo rettangolo A C,

ma

ma farà angoli obliqui con qual si sia di essi.

Da' punti sublimi A, B, D caschino le A L, B N, D M perpendicolari al piano dell'orizzonte E G, che l'incontrino ne' punti M, L, N; e perche tutto il lato A B è più eleuato, che non è l'opposto D C, adunque il punto A sarà più eleuato dall'orizzonte che non è D, e però la perpendicolare A L sarà maggiore della D M. Laonde la retta linea A D prodotta concorrerà finalmente co'l piano dell'orizzonte E G nel punto O verso le parti D. Poi perche il lato A D è più eleuato sopra l'orizzonte che non è l'opposto B C, adunque il punto A sarà parimente più eleuato, che non è il punto B, e però la retta linea A B prodotta concorrerà anch'ella co'l piano dell'orizzonte in qualche luogo verso le parti B come in P. Ora perche i due punti O, P, son collocati in ambedue i piani dell'orizzonte E G, e dell'indinato D B, adunque saranno posti nella loro comune sezzione, la quale sarà vna linea retta O P, e questa segherà il rettangolo D B posto nel medesimo piano eleuato nella retta I K la quale verrà à formar' vn triangolo rettangolo con i due lati O A, A P: e perche l'angolo A è retto, saranno nel triangolo A O P i due angoli rimanenti O, P acuti; e perciò tirandosi dall'angolo retto A la retta linea A R perpendicolare sopra il lato O P, verrà ella à cadere dentro il triangolo, e perciò

farà

farà angoli acuti con ambedue i lati D A , A B. Ma è la retta A R la via della ſceſa nel piano eleuato D B, poiche ella è perpendicolare alla O P comune ſezzione di due piani dell' orizzonte E G, e dell' eleuato D B, adunque la via della ſceſa nel piano D B viene à ſegare ad angoli acuti ciaſcuno de' lati D A, A B, e i ſuoi oppoſti: il che biſognaua dimoſtrare.

Della forza, ch' è neceſſaria per ritener l'acqua ſtagnante.

Cap. II.

E Manifeſto, che l' acqua ritiene mai ſempre la natural ſua grauità, in virtù della quale fa forza, per condurſi verſo il centro della terra, doue tutti i graui anderebbono, ſe non foſſero impediti. E tal forza, ò inſtinto di condurſi al centro ſi eſercita benche il graue ſia conſtituito in quiete, come è manifeſto al ſenſo. Ma perche l'acqua è vn corpo fluido, che ſi ſparge da per tutto verſo le parti inferiori, e collaterali, è neceſſario determinare, verſo qual parte ella eſercita la maſſima forza della ſua grauità; e perche la forza dell' acqua non in vna ſola maniera, e con vna ſola direzione

rezione

rezione si esercita, quando i vasi, ne'quali è contenuta sieno di varie, e differenti figure, però douendo osseruare il metodo dottrinale, considereremo nel primo luogo i vasi, ò viuai di figura di parallelepipedo, ò di cilindro rettangoli, la base, o fondo de' quali sieno cerchi, ò quadrati, e sieno costituiti paralleli al piano dell'orizzonte; sicchè le sponde di detti vasi vengano à essere perpendicolarmente eleuate sopra il fondo, ò piano dello stagno, e dell'orizzone. Sia egli ripieno d'acqua stagnante. Dico, che rimossi tutti gl'impedimenti accidentali, cioè l'agitazione dell'acqua fatta da' venti, ò da altra cagione, e l'asprezze delle superficie interne dell'alueo, gli argini faranno piccolissima forza per ritener detta acqua in comparazione di quella, che douerà fare il fondo.

Dimostrazione. Fig. IV.

Intendasi il piano A B esser' inclinato al piano dell'orizzonte B C, e l'altezza, o subblimità di quello perpendicolare all'istessa orizzontale, sia l'A C. Appoggisi poi sopra il piano inclinato A B il solido graue D, il quale sia denso, ò pure se è fluido sia ritenuto in vna cassetta; è manifesto per gli elementi meccanici, che il peso totale, ò assoluto del solido D al momento ch'egli esercita in detto piano inclinato ha la stessa proporzione, che la lunghezza del piano A B alla sua eleuazione perpendicolare A C, in maniera che se l'A B fosse doppia dell'A C, e il solido D pesasse in

aria due libbre, farebbe egli in tal sito forza per vna libbra solamente, e così chi volesse con la mano, ò con vn'argine E F sostenere la caduta, ò precipizio del solido D per detto piano inclinato non auerebbe a fare altra forza, che per vna sola libbra, essendo aiutato in questo caso dal piano A B, il quale in gran parte sostiene il graue, che fa impeto di condursi al centro per vna linea perpendicolare all' orizzonte B C. Intendasi ora solleuarsi il piano A B circolarmente intorno all' infimo suo termine stabile B, come in B G, & B I, anderà mai sempre crescendo la sua eleuazione perpendicolare G H nel triangolo rettangolo H B G, e così successiuamente il momento del solido D per il detto piano anderà crescendo, imperocchè sempre più, e più si fa minore la proporzione dell' A B, o B G all' H G, cioè quella del peso assoluto del solido D al suo momento. Per la qual cosa il fondo, ò ritegno E F verrà sempre a far forza maggiore, e maggiore per impedire il precipizio del solido D sopra il piano A B. Di qui è manifesto, che se il piano A B si condurrà in I B ad esser perpendicolare sopra il piano dell' orizzonte B C, allora conuerranno insieme il lato A B, e la perpendicolare A C, costituendo vna sola linea B I, e la Base B O del sopradetto triangolo verrà à essere vn punto solo: e perche la proporzione del peso totale di D al momento, ò

forza

forza, ch' egli esercita in tal piano eleuato stà come la A B, ò pur B I alla I O, che è vguale a se medesima, adunque il momento, o forza che esercita il graue D aderente al piano I B, quando egli è perpendicolare all'orizzontale B C è vguale al suo peso assoluto, e totale. Per la qual cosa il fondo, ò ritegno inferiore E F non potrà impedire la caduta, e precipizio di detto solido, se non se li oppone con altrettanta forza, cioè con resistenza eguale al peso assoluto, e totale del D, il quale benche sia fluido, egli è pure vn graue, che esercita il suo impeto nel centro della sua grauità, non meno che se fusse vn cubo di cristallo. Ora se egli è vero, che il fondo, ò ritegno E F dee esercitare forza eguale al peso assoluto del graue D, non è possibile, che per lo contatto collaterale del piano I B perpendicolare all'orizzonte patisca lo stesso piano compressione alcuna da detto graue, perche se ciò fosse vero, oltre alla resistenza totale, che fa il fondo F E, vi sarebbe anco quella del piano collaterale I B, che fra tutte due insieme farebbono vna somma maggiore del peso del solido D, e così vn graue di due libbre peserebbe più quando egli è appoggiato ad vn piano perpendicolare all'orizzonte, che se egli pendesse per l'aria libera, la qual cosa è impossibile. Figuriamoci ora il graue D esser l'acqua d'vn viuaio aderente ad vna delle sponde A B perpendico-

lare all'orizzonte: è manifesto per le cose dette, che il fondo E F resiste contro tutto l'impeto, e compressione, che fa detto graue, ne molto rimane alla sponda A B. e questo si dee intendere rimossi tutti gl' impedimenti, fra i quali volendo annoueraui quello, che dipende dalla diuisione, e disposizione delle parti, che compongono vn fluido, quale è l'acqua, pare ad alcuni, che queste poste in vn vaso, mentre premono in giù, toccando, e appoggiandosi à quell' asprezze collaterali vengano a far forza à guisa di biette contro gli argini collaterali, dal che ne segue, che altrettanto debba scemare la compressione contro il fondo del vaso. Ma quando questa si conceda per non esser questo luogo da esaminar si fatte sottigliezze, e' si vede, che sarebbe poca cosa: poichè ne'cannellini di vetro sottili il contatto collaterale dell' acqua con la superficie interna non proibisce la caduta, se non ad alcune gocciole d'acqua piccolissime, e le maggiori tutte cadono, e si precipitano per la bocca inferiore del cannello. Resti dunque stabilito piccola esser la forza, che douranno far le sponde del viuaio in comparazione di quella massima, che dourà far' il fondo, contro del quale si esercita lo sforzo, chę fa il fluido soprastante, per condursi al centro della terra, verso doue naturalmente si muoue, non già verso i lati orizzontalmente.

Per

Per confermazione delle coſe dette fin quì, e per capacitare le perſone, che non aueſſero pratica delle dimoſtrazioni meccaniche, piacemi venire ad vn' altra proua immediatamente dipendente dal ſolo principio à tutti notiſſimo, che le materie terreſtri tendano ſolamente al centro della terra, ne abbiano alcuna propenſione al moto traſuerſale, ò orizzontale.

Conſideriamo dunque i vaſi, ò viuai, come ſi è detto di ſopra di figura di parallelepipedo, ò di cilindro rettangoli, il fondo de' quali ſieno cerchi, ò quadrati, e ſieno coſtituiti paralleli al piano dell' orizzonte, e ſia il vaſo ripieno d' acqua ſtagnante. Dico ora, che gli argini faranno piccoliſſima forza per ritener detta acqua in comparazione di quella, che dourà fare il fondo, e ſe mi foſſe lecito allungarmi in queſta materia, quanto io vorrei, forſe potrei dimoſtrare, che la proporzione della reſiſtenza de gli argini à quella, che dourà fare il fondo ſia quaſi quella, che ha la ſuperficie al ſolido, cioè l' indiuiſibile al quanto, ò il finito all'infinito, ma perche il fine, per lo quale ſi arrecano ſomiglianti ſpeculazioni, che è il modo pratico di raſſettare le rotture, & ouuiare alle inondazioni de' fiumi, non ha biſogno di cotali ſottigliezze, mi baſterà moſtrare ſolamente piccola eſſer la forza degli argini in paragone di quella, che dourà fare il fondo per ſoſtenere l'acqua

ſtagnante

ſtagnante, intendendo però ſempre rimoſſi gl'impedimenti eſterni, ò accidentali.

Figuriamoci dunque, che il vano del viuaio ſia totalmente occupato da vn ſolido di criſtallo, o di ghiaccio ſimile di figura al viuaio: perche dunque tal pezzo di criſtallo come materia terreſtre tende verſo il centro della terra, ed à quello non impedito dal fondo del viuaio andrebbe per linea retta, e perpendicolare alla ſuperficie del viuaio, ne giamai traſuerſalmente verſo gli argini, non auendo propenſione alcuna al moto orizzontale, ò traſuerſale, adunque cotal maſſa di criſtallo, ò di ghiaccio trouando il ſolo oſtacolo del fondo, che impediſce il ſuo natural moto, eſerciterà ſopra di quello il ſuo momento, peſando, e facendo forza, ne punto ſpignerà, ò aggrauerà le ſponde, verſo le quali (come ſi è detto) non hà alcuna propenſione auendola tutta verſo il fondo, che gli proibiſce andar verſo il centro della terra. La reſiſtenza dunque degli argini alla reſiſtenza del fondo è come il ſemplice toccamento della ſuperficie degli argini con quella del criſtallo, o ghiaccio, che ſi combaciano, cioè come la ſuperficie degli argini interiori del viuaio à tutta la maſſa del criſtallo, o ghiaccio, che occupa il vano del medeſimo viuaio, in modo che la reſiſtenza de gli argini alla reſiſtenza del fondo ſarà come la ſuperficie al ſolido, o come l'indiuiſibile al quanto, ò finalmente come

come il finito all'infinito. E quando ſi voleſſe attribuire al ſemplice toccamento delle dette ſuperficie liſce, e terſe qualche reſiſtenza, e' ſi vede, che ſarebbe piccoliſſima coſa in riguardo della ſpinta, ò paſſione, che patiſce il fondo, ſopra il quale s'eſercita l'intero peſo di detto criſtallo, ò ghiaccio.

Intendaſi finalmente il criſtallo, ò diaccio riſoluto ne gli vltimi ſuoi componenti co'l fonderſi, o liquefarſi, queſti combaceranno la ſuperficie interna de gli argini, come prima faceuano, ma non per queſto aueranno maggior propenſione di muouerſi verſo di eſſi, eſſendo diuentati vn fluido, perche non rimane à detto fluido altra inclinazione di muouerſi, che verſo il centro della terra. Il che s'intenderà facilmente ſupponendo rimuouerſi il fondo in vn'iſtante, e profondarſi ſino al centro della terra, ò farſi per così dire vn pozzo ſenza fondo ſin'agli antipodi di larghezza quanta è quella del viuaio. Se dunque c'immagineremo per vna parte quell'intera maſſa di criſtallo, che occupaua tutto'l vano del viuaio partirſi cadendo verſo il centro, anderà ella ſempre mai ſtriſciando gli argini del pozzo, eſſendo vn ſolo ſolido vnito. Ma conſiderando dall'altra parte mouerſi il liquido, gli altiſſimi, e innumerabili componenti di eſſo non ſaranno neceſſitati nel lor corſo à muouerſi tutti con la ſteſſa velocità, perche

quella

quella moltitudine di minimi, che ſcenderà per la linea diſteſa dal centro del fondo del viuaio verſo il centro della terra, anderà con la maſſima velocità, e quegli altri innumerabili minimi, che ſcenderanno per gli angoli, ò per i contorni, ſi moueranno con la minima velocità, e così le più vicine alla linea di mezzo ſarebbero ſempre più veloci delle più lontane, che però in tal moto ſi formerebbe vna figura piramidale, ò conica, onde non anderebbero in progreſſo del moto lambendo gli argini del pozzo, come faceua la maſſa del criſtallo, ma ſe ne diſcoſterebbero. Dalche ſi vede chiaramente, che l'appoggio di tal fluido, e per conſequenza dell'acqua ſopra gli argini del viuaio è minima coſa: ma ſopra il fondo è maſſima.

Che la forza, del moto di qualſiuoglia corpo mobile può eſſere impercettibile.

Cap. III.

BEnche ſia concetto comune, che l'acque correnti in virtù del moto rapido conceputo acquiſtino forza ſtraordinaria, con la quale rouinano argini, ponti, & altri edifizi aſſai ſtabili, e forti,

forti, parmi non esserſi perfettamente inteſa la natura di tal moto, ne perche, ò quando poſſa con tant'efficacia operare: poichè ſi trouerà caſo, nel quale il moto rapidiſſimo di qualſiuoglia corpo non operi punto più di quello che ſi farebbe, quando non ſi moueſſe. In oltre perchè da queſta materia depende la perfetta intelligenza delle coſe più importanti del ſuggetto, che io ho preſo a trattare, non farà ſe non bene eſaminare la natura di queſti mouimenti con qualche accuratezza. E però io ſuppongo primieramente il moto di qualſiuoglia corpo altro non eſſere, che vn tranſito del mobile da vn luogo ad vn'altro. Secondariamente ſuppongo, che vi ſieno due ſorti di moto vno è quello, che ſi fa traſportandoſi il mobile attualmente da vn luogo ad vn'altro, qual'è quello de gli animali, che ſi muouono, per la terra, per l'acqua, e per l'aria, abbandonando il ſito, che prima poſſedeuano, e conducendoſi ſucceſſiuamente in altri, ed altri luoghi, e queſto è conoſciuto, e vien chiamato da tutti moto attuale, o progreſſiuo. L'altro è, quando ſolamente nel mobile vi è l'inſtinto, sforzo, ed energia di muouerſi da vno ad vn'altro luogo: ma per eſſer ritenuto, ò impedito da vn'oſtacolo contrappoſto, pare che l'effetto del moto non ſegua, come vna gran palla da artiglieria poſata ſu'l pauimento, benche ell'abbia quell'energia di condurſi all'in giù, è nondimeno neceſſitata à fermarſi,

non potendo rimuouere l'impedimento del suolo, il quale occupa il luogo, doue la detta palla vorrebbe subentrare, essendo impossibile, che due corpi possano stare nel medesimo luogo. Ora questo tale sforzo di muouersi, viene ad essere vna cosa di mezzo tra l'assoluta quiete, e il moto attuale, e potrebbesi chiamare energia, e sforzo di moto più tosto che quiete, perche si vede in tal caso, che non vi è solamente vn semplice contatto delle due superficie di detti corpi, ma vi si conosce certa spinta tanto gagliarda, ed efficace oltre al contatto, che da qualche indizio del moto intrinseco di tutte le parti del corpo, però forse chiamato graue dà nostri maggiori, e maestri, benche detto moto non sia manifesto al senso. Cauasi questo dal vedere, che le parti del corpo premente, ò dell'ostacolo sogliono infragnersi, piegarsi, ò condensarsi. Ora comunque si sia, chiamerò questo sforzo di moto, MOTO D'ENERGIA, benche paia quiete.

Diffinizione.

Nel terzo luogo considero, che tanto il moto progressiuo, quanto quello d'energia anno forza d'operare, e spignere altri corpi immobili, massimamente i meno resistenti, allora che questi possono impedire in qualche modo il corso, e lo sforzo di quelli; ma quando niente impediscono il mouimento del corpo, che si muoue, o lo sforzo, ed energia di quello, non vi è ragione, che quello

patisca,

patiſca, ne che queſto operi coſa alcuna contra di quello, e così cotal moto attuale, ò d'energia verrà ad eſſere in tal caſo infruttuoſo, ed equiualente ad vna ſemplice quiete. Per intelligenza di queſto punto importantiſſimo conſidero, che queſte due ſorti di moto poſſono variamente accoppiarſi in vn medeſimo ſuggetto ſecondo la varia diſpoſizione delle linee, per le quali s'indirizzano i detti moti, e ſecondo, che poſſono operare i medeſimi, e prima vediamo quello, che ſuccede, quando le direzioni d'ambedue concorrono verſo la ſteſſa parte, facendo angoli, e amendue operano, ne vno di loro rimane ozioſo. Queſto interuiene allora che vn corpo graue ſta poſato ſopra vn piano inclinato al piano dell'orizzonte, doue gli è conceduto lo ſcorrere, e muouerſi attualmente per la pendenza di detto piano inclinato, e vnitamente il moto d'energia fa forza verſo il centro della terra per vna linea perpendicolare al piano dell'orizzonte, che viene a ſegare, e fare angoli obbliqui con la linea del moto attuale diſegnata nel piano inclinato. Ora da queſte due direzzioni ſegantiſi viene à riſultarne vna terza, che cade fra le dette due, e per la quale ſi eſercita nel piano inclinato lo sforzo reſultante dall'energia, ò peſo di detto graue, e dall'impeto co'l quale egli ſi muoue attualmente. Se dunque il ſuolo del piano inclinato ſarà men robuſto di quello biſogna

per resistere alla detta terza spinta, sarà necessitato à cedere, e verrà lacerato, ò pure le sue parti, se sono distraibili, verranno dissipate, e spinte all' in giù corrodendosi il suolo di detto piano inclinato con prestezza maggiore, o minore secondo che la forza comune resultante dalle già dette sarà più, ò meno gagliarda, e impetuosa.

Essendosi considerato il caso, nel quale interuiene il moto attuale co'l moto di energia, resta ora da vedere, qual' effetto produca il solo moto di energia scompagnato dal moto attuale; e qui sono due casi; vno nel quale l' energia operi, l'altro nel quale sia oziosa. Perche se io considero vn cubo di bronzo posato sopra il pauimento, egli solo eserciterà il moto d' energia aggrauando il suolo, e in questo caso lo sforzo, ed impeto, contro 'l quale il pauimento dourà resistere, basterà, che non sia minore della grauità di detto solido premente. Se poi il detto cubo oltre al pauimento toccherà lateralmente anch' il muro della stanza, allora è manifesto, che contro il muro non si esercita ne il moto attuale, ne quello d' energia da detto cubo. Imperocchè il primo cessa per essersi detto cubo posto in quiete senza altro impulso progressiuo verso 'l muro, che 'l puro contatto, il secondo d' energia s' impiega tutto verso 'l suolo inferiore, che impedisce il corso verso il centro terrestre, e però da' fianchi non patirà il muro compres-

compressione veruna fuorche'l solo contatto.

Figuriamoci adesso vn muro di materia quanto si voglia tenera, e questo venga toccato lateralmente da vn cubo di bronzo; è manifesto, che il muro ancorche fosse di latte appreso, dal contatto laterale del cubo non patirebbe compressione alcuna, non auendo il cubo moto alcuno attuale, ne energia, ò sforzo di mouersi lateralmente. Intendasi sopravuenire al detto solido di bronzo vn moto quantosiuoglia impetuoso secondo la direzzione parallela alla lunghezza del muro, è manifesto, che il cubo in tutto il suo corso rapidissimo anderà lambendo la superficie del muro, conseruando successiuamente quel primiero piaceuole contatto, e così se astrarremo l'impeto dell'aria, e l'asprezza delle superficie del bronzo, e del muro, ò altri impedimenti esterni, non vi riman ragione, perche in tutta la carriera rapidissima debba mai lacerarsi, ò rouinare il muro, non patendo egli altro impeto, che quel puro contatto piaceuole, e senza niuna compressione, che il cubo vi faceua in tempo della sua quiete: e però il muro rimarrà stabile, e illeso, non meno nel moto, che nella quiete del detto solido di bronzo. Ma se poi il moto attuale, ò d'energia si farà per vna linea, che concorra, e faccia angolo con la superficie del muro, allora si farà manifesto l'effetto del moto di detto corpo duro, lacerando, e rouinando

do il muro con maggiore, o minore ſtrage, ſecondo che egli ſarà meno reſiſtente alla durezza di tutto 'l ſolido, o de minimi ſuoi componenti, ſe il cubo ſarà fluido, che ſe li muoue attualmente, ò per energia all'incontro. L'altra ragione della ſtrage maggiore ſarebbe il riceuer l'impeto, e la percoſſa meno obbliquamente; ſi che maſſimo ſarebbe l'vrto d'vn tiro fatto ad angoli retti alla ſuperficie di detto muro. Conchiudaſi per tanto che 'l moto per veemente, che egli ſi ſia di qualſiuoglia corpo fluido, o denſo, niente opera allora, che la direzzione del ſuo moto attuale, o d'energia non faccia angoli con la ſuperficie di qualſiuoglia muro, ò argine, ma à quello ſia parallelo.

Della forza, che douranno fare gli argini d'vno ſtagno, che abbia il fondo inclinato al piano dell'orizzonte.

Cap. IV.

BEnche paia ſtrano ad alcuni, che l'acqua ſtagnante priua di moto attuale, alla quale ſolamente rimane l'energia di ſpignere il ſuolo, che le impediſce il condurſi al centro della terra, abbia

bia ella nondimeno a fare sforzo collaterale contro le ſponde, credo io di poterlo con molta chiarezza moſtrare. Sia per tanto il viuaio A E C H, le ſponde del quale ſieno eleuate in maniera, che ritengano l'acqua ſtagnante, ma il pauimento, ò ſuolo E I H F, ſia inclinato al piano dell'orizzonte, la eleuazione del quale ſia E G. Dico, che la ſponda A B H F poſta dalla parte più baſſa del viuaio farà forza per ritenere l'acqua ſtagnante, e la reſiſtenza, che dourà fare al peſo aſſoluto di tutta l'acqua del viuaio, auerà quaſi l'iſteſſa proporzione, che l'altezza del ſuolo E G alla lunghezza del ſuolo inclinato E F.

Fig. V.

Perche la detta acqua è vn graue, che eſercita la ſua energia nel centro della ſua grauità, ed è ſoſtenuta dal piano inclinato E I H F, adunque per gli elementi meccanici il peſo aſſoluto, e totale di detta acqua al momento, ch'ella eſercita in tal ſito ha la ſteſſa proporzione, che la lunghezza del piano inclinato E F alla ſua eleuazione E G, adunque quando E G fuſſe tre parti di quelle, che la E F n'è dieci, e il peſo di tutta l'acqua foſſe dieci libbre, il pauimento inclinato auerebbe à durar fatica ſolamente per ſoſtener ſette libbre di peſo, e le altre tre doueranno eſſer ſoſtenute da quella forza, che impediſce lo ſcorrere per detto piano inclinato; Ma tale ſcorſa viene impedita dal ritegno della ſponda A B H F, adunque ella deue far forza

Dimoſtrazione.

forza bastante à ritenere il peso di tre decimi di tutta l'acqua, cioè delle tre libbre.

Perchè non sempre le resistenze debbon esser' vguali per l'appunto à gl'impeti, pesi, ò percosse, e questo per varie cagioni (come si vede ne gli elementi meccanici) delle quali non è qui luogo da trattarne), però si disse, che la resistenza, che dourà far l'argine al peso totale dell'acqua auerà quasi l'istessa proporzione, che l'altezza del suolo E G, alla lunghezza del suolo inclinato E F. Dal che si caua, che se in vn viuaio sarà il suolo composto di due piani frà di loro dalle sponde sino al mezzo del piano soggetto inclinati, che facciano angolo, se eglino saranno egualmente eleuati sopra l'orizzonte, faranno forza del pari, ma se vno auerà eleuazione maggiore dell'altro toccherà la forza maggiore à quello, che ha minore eleuazione.

Ma se finalmente l'inclinazione non si farà nel mezzo, se eglino faranno angoli vguali, le resistenze saranno vguali à proporzione, e se faranno angoli disuguali, quello douerà à proporzione far forza, o resistenza maggiore, che farà angolo minore.

Della

Della reſiſtenza, che debbono fare gli argini de' fiumi.

Cap. V.

ESſendoſi ne'capitoli antecedenti conſiderata la forza, che debbono fare le ſponde, e i fondi de' viuai per reſiſtere alla preſſione dell'acqua ſtagnante, deeſi ora con accuratezza cercare la forza dell'acqua corrente, che ſi eſercita contro le ſponde, e contro il fondo de' fiumi, la quale viene ad eſſere vguale alla reſiſtenza, che debbono auere ſi le ſponde, che il fondo. E perchè gli effetti ſono molto vari, ſecondo che ſaranno i fiumi diritti, ò torti, più, o meno rapidi, o aueranno il fondo duro, e ſaſſoſo, ò pure di parti tenere, e amouibili, e ſecondo che la figura del ſuolo, e delle ſponde ſarà diuerſa; per procedere con ordine ſupponghiamo primieramente, che il fiume ſia dirittiſſimo, pendente verſo 'l mare, e che ſi muoua lentamente, o con rapidità quanta altri voglia, quale è il fiume R Z vniformemente pendente verſo il termine Z, la ſezzione del quale A B C F ad angoli retti alle ſponde in qualſiuoglia luogo preſa ſia vn parallelogrammo rettangolo; ſicchè il fondo D B non ſia più inclinato verſo vna ſponda, che verſo l'altra, e gli argini A E, D F

Fig. VI.

ſieno perpendicolari al piano dell'orizzonte. Per non replicar bene ſpeſſo le medeſime parole, chiamerò FIVME VNIFORME, E REGOLARMENTE DIRETTO, quello, il cui ſuolo pende ſolamente verſo il termine, e che punto non è inclinato più verſo l'vna, che l'altra ſponda, che abbia gli argini perpendicolarmente eleuati al piano dell'orizzonte, e che ſieno paralleli fra di loro. Laonde è neceſſario, che la ſezione di detto fiume in qualunque luogo preſa ad angoli retti alle ſponde ſia vn parallelogrammo rettangolo, e che tutti i parallelogrammi delle ſezioni abbiano le baſi eguali, e parallele al piano dell'orizzonte.

Diffinizione.

Dico ora, che la reſiſtenza degli argini dourà eſſere aſſai piccola in comparazione di quella del fondo. Perche l'acqua R Z è vn corpo graue, che ha due mouimenti vno attuale ſopra il piano inclinato C E, l'altro d'energia, ò sforzo in quanto graue verſo il centro della terra per linee perpendicolari al piano dell'orizzonte, quali ſono le A B, F C. Lo sforzo dunque comune riſultante dal moto attuale, e dalla ſpinta dell'energia, o grauezza dell'acqua ſi eſercita tutto intero contro'l fondo B C D E obbliquamente verſo la pendenza Z, doue concorrono i detti due moti, e non già contro delle ſponde A B E, C F D, perche il moto attuale del fiume corrente è parallelo al piano interno di ciaſcun'argine, mouendoſi l'ac-

Dimoſtrazione.

qua

qua da C verso D direttamente. Parimente il moto d'energia, o la spinta della grauità dell'acqua viene ad essere anco fatta per vna direzione parallela al piano interno de' medesimi argini, essendo (in quanto al senso) parallela à qualsiuoglia altezza di quello A B, ne essendo inclinato il suolo verso gli argini, ma solamente verso Z, e douendo tal moto esser perpendicolare al piano dell' orizzonte, adunque l'acqua corrente R Z non farà forza notabile contro gli argini A B E, C F D, ma solamente gli combacerà nel corso parallelo alla superficie interna di detti argini senza spignerli sensibilmente, non costituendo angoli la direzione del moto attuale, ò d'energia dell'acqua con la superficie interna di detti argini A B E, C F D, ma solamente combaciandoli nel suo equidistante moto. Se dunque l'acqua corrente R Z non fa impeto, ne spigne i detti argini con veruno de' suoi moti, non aueranno detti argini a far forza per resistere à quell' impeto, che non gli spigne. Per la qual cosa aueranno a durar tanta fatica, quanta basta à ritenere l'acqua stagnante, la quale è pochissima in comparazione degli vrti, che patisce il suolo del fiume percosso dall'impeto attuale, e dall' energia, o peso di tutta l'acqua. Onde gli argini de' fiumi dirittissimi, per veloce che sia il corso dell'acqua, sarebbero assai sicuri, e stabili, quando fossero rimosse le cagioni accidentali atte à perturbare

Cap. III.

turbare le regolari operazioni di ſopra narrate.

Della reſiſtenza, che dourà far l'argine d'vn fiume dirittiſsimo allorachè il ſuolo, o piano del fiume è inclinato verſo detto argine.

Cap. VI.

DOpo eſſerſi moſtrati gli effetti, che fa l'acqua corrente in vn fiume diritto, il ſuolo del quale non ſia inclinato più all'vna, che all'altra ſponda, deeſi ora conſiderare la varietà, che cagioni il letto inclinato verſo vna delle ſponde.

Fig. VII. Diffinizione.

Sia dunque vn fiume R Z, che chiamerò VNIFORMEMENTE DIRETTO NON REGOLARE, che in tutti i luoghi abbia le ſezioni, inteſe ad angoli retti à gli argini, trapezie, tra di loro ſimili, parallele, ed eguali, e ſimilmente poſte, che è il medeſiche dire, che il letto del fiume ſia inclinato verſo l'vna delle ſponde vniformemente per tutta la lunghezza del fiume; abbia gli argini retti al piano dell'orizzonte, e la pendenza verſo il termine ſia parimente vniforme, e ſieno i ſuoi argini A B, E F: Dico ora, che l'argine F E douerà far non poca forza per reſiſtere à gl'impeti, ed vrti dell' acqua

acqua corrente, mentre il fondo ſia eleuato da vno degli argini A B, e depreſſo verſo l'argine oppoſto F E.

Perche in virtù dell'inclinazione traſuerſale del letto C D H pendente verſo D l'acqua ſoſtenuta, quando anche forſe ſtagnante, eſercita il ſuo momento, o compreſſione parte ſopra il letto inclinato C D H, e parte ſopra l'argine oppoſto F E H D, ſecondo che l'eleuazione D G del letto del fiume ſopra il piano orizzontale ſarà maggiore, o minore; e però l'acqua di detto fiume premendo con parte del ſuo peſo ſopra l'argine D F E H, auerà verſo quella parte il moto d'energia, il quale accoppiato co'l moto attuale da D verſo H della corrente verrà à comporſi vna direzzione d'ambedue i detti moti, che non ſarà più parallela alla ſuperficie dell'argine F E, ma l'vrterà facendo angolo con quella, e però ſtriſciando veementemente, e vrtando il corpo dell'acqua detto argine E F, verrà a ſquoterlo, e corroderlo ancora, ſe ſarà di parti frangibili, e diſtraibili. Per la qual coſa la reſiſtenza dourà farſi parte dal ſuolo inclinato del fiume, e parte dall'argine oppoſto, doue che all'argine ſuperiore A B non reſta forza veruna da eſercitare, perchè la direzione compoſta da' due moti di detta acqua, non va ad vrtare la ſuperficie dell'argine A B, ma va continuamente diſcoſtandoſene, ſi che viene a farſi contro la medeſima

Cap. IV.

desima forza, che farebbe la superficie superiore dell'acqua d'vn fiume contr'vna mano, che leggiermente la toccasse. In oltre è da considerare, che non in tutte l'altezze dell'argine, ò del fondo si esercita la medesima forza, per resistere all'impeto dell'acqua, perchè nell'orlo supremo dell'argine G I l'acqua, che vi si appoggia, posto che sia vn sottilissimo velo, auerà ancho pochissimo peso, del quale anche minor parte toccherà à sostenerne all'argine, e benche il moto suo attuale sia veemente (qual'è quello del fiume) tuttauia egli non può auualorar tanto il peso non molto graue dell'acqua, si che possa fare scossa sensibile. Non già così interuerrà alle parti più basse dell'argine, e del letto del fiume verso D H, poichè successiuamente esse parti più basse anno addosso maggior copia d'acqua; e però vn corpo maggiore, e di maggior peso, il cui moto d'energia, ò impeto va crescendo, secondochè più si profonda l'acqua, e così la grauità maggiore, & il suo impeto d'energia congiunto à quello del moto attuale secondo la direzione F E, vrterà con maggior validità, ò momento le parti di mano in mano più basse dell'argine, e del letto del fiume, le quali doueranno resistere all'aggrauamento, impeto, e corrosione maggiore, e però esse parti più basse doueranno di mano in mano esser più, e più resistenti.

Che

Che l'acque torbide de' fiumi mosse velocemente rodono il suolo mobile, ma le stesse quando si ritardano, o si rendono immobili depongono sopra'l letto del fiume quelle minute parti terrestri, che compongono la torbidezza, e solleuano il letto del fiume.

Cap. VII.

EGli è certo che l'acque de' fiumi di loro natura chiare, e limpide vengono intorbidate da quelle minute, e finissime particelle terrestri, le quali vengono precipitate da' torrenti, che scorrono per le campagne lauorate, e che ne gli stessi fiumi dagli vrti, che fanno l'acque nelle sponde, e ne' fondi cretosi, viene a solleuarsi quella parte terrestre in que' moti impetuosi irregolari, e vertiginosi, che in vari siti fanno l'acque de' fiumi in tempo di piene. E benche le dette minutissime particelle terrestri sieno più graui in specie dell'acqua, possono tuttauia dalla forza, e varietà dell' impeto co'l quale si muoue l'acqua, essere vrtate, e disperse

e disperse in varie parti della medesima acqua, e così renderla tutta torbida, e terrosa. Ora tal torbidezza non lascia mai d'esercitare il suo talento naturale di far forza per condursi all'in giù come graue, ma vi sono due cagioni, vna che glielo vieta affatto, vn'altra, che lo ritarda. Quella, che totalmente glielo impedisce, è il corso velocissimo congiunto a' moti irregolari, e de' vortici, che bene spesso da ogni minimo vrto, o impedimento, che incontri nel fondo, si riflette l'acqua all'insù spignendo di nuouo in alto le parti terree, che compongono la torbidezza. La cagione, che ritarda loro la caduta si è la superficie accresciuta sempre più à proporzione quanto questi minimi frammenti terrestri vanno diuentando più piccoli, la quale non può separare le parti dell'acqua per condursi al fondo, se non con molta tardità. Da questo ne segue, che quando l'acque torbide corrono velocemente, non possono deporre totalmente la loro torbidezza nel suolo, perche l'impeto stesso, co'l quale scorre l'acqua, è bastante à portar via anche quelle minime parti renose del fondo, non che quelle, che attualmente sono disperse per l'acqua, sicchè se pur sene deponesse qualche parte sarebbe ella da qualche altra furia di acqua agitata, e di nuouo sparsa, e confusa per la detta acqua per cagione ancora di que' moti vertiginosi, ed irregolari, che si osseruano nell'ac-

que

que correnti. Ma poi quando il corso dell'acqua si ritarda, ò perchè la piena va scemando, ò perche ella si riduce in alcuni seni verso le ripe, che non anno esito, ne quali è possibile tal volta, che si renda affatto immobile; Nel primo caso cessando la cagione di rinnouare la torbidezza, e concedendo tempo alla torbida di cadere, e condursi al suolo, può cominciare ad imporre, essendo più veloce la caduta delle parti minime terrestri, che quella dell'acque. O pure (che è cosa più euidente) essendo la corrente talmente debole, che non possa in que' moti, ed vrti irregolari risolleuare in alto l'impostime già caduto; il che molto più facilmente dourà succedere in que' luoghi, doue l'acque torbide non corrono punto, perchè quiui agiatamente possono le parti terrestri, che intorbidano l'acque condursi al fondo senz'essere impedite, rimosse, e risolleuate da nuoue agitazioni. E però è certissimo, che l'acque torbide non mai impongono, ne inalzano il suolo, ò letto del fiume, se non in quei tempi, e luoghi, ne' quali il corso dell'acque notabilmente si ritarda, ò si rende affatto immobile.

I fiumi vniformi, e regolarmente diretti, che corrodono il fondo, lo corrodono più nelle parti di mezzo, che verso le sponde.

Cap. VIII.

DOpo auer considerato in generale la forza, che fa l'acqua corrente sopra il fondo, e gli argini de'fiumi, e la resistenza, che debbon fare le dette parti variamente situate, e formate, deesi ora particolarmente considerare, in qual parte del suolo l'acqua corrente eserciti maggior forza. Per procedere con maggior chiarezza, supponghiamo, che il fiume dirittamente scorra verso il suo termine con qualunque velocità, e porti acque chiare, e sia il piano del fondo composto di parti minutissime, le quali facilmente possano muouersi, e staccarsi l'vna dall'altra. Sia inoltre il detto piano non più inclinato all'vna, che all'altra sponda, le quali sieno perpendicolarmente erette al piano dell'orizzonte, e sieno tra di loro parallele, e dell'istessa materia, e resistenza, che il fondo. Dico, che tal fiume scauerà il suo letto più nel mezzo, che dalla parte de'lati verso le sponde. Perchè l'inferior letto, o fondo del fiume è vn piano

piano non più inclinato all'vno, che all'altro argine; l'acqua, che vi corre ſopra eſerciterà il ſuo moto d'energia, ò peſo interamente ſopra il piano del fondo, e pochiſſimo ſopra gli argini, come ſi diſſe nel capitolo quinto. E perche in virtù della pendenza del fiume verſo il mare l'acqua ſopraſtante attualmente ſi muoue, e ſcorre con vna tal velocità ſecondo la direzione del letto del fiume, ed ambedue le direzioni, ne compongono vna comune inclinata ſopra il letto del fiume, con la quale lo premono, e ſpingono; adunque è neceſſario, che le parti minutiſſime, e amouibili di tal ſuolo, o letto ſieno ſtaccate, e corroſe dall'impeto attuale, e d'energia dell'acque: ma non dirigendoſi il moto attuale, ne quello d'energia contro gli argini, eſſendo ſempre paralleli à quelli, non verranno à sforzarli, e ſpignerli. Laonde non vi è ragione, perche eglino debbano eſſer molto corroſi dalla corrente, che non gli vrta. Ma benchè gli argini non patiſcano ſpinta ſenſibile, non è poſſibile tuttauia, che l'acqua vi ſcorra ſenza toccarli, e ſtriſciarli. Ora la ſperienza ſenſata, e la ragione c'inſegna, che quel ſemplice contatto dell'acqua con gli argini, ritarda euidentemente la velocità dell'acqua, che gli tocca, e l'acqua ritardata parimente ritarda la ſua contigua, e così di mano in mano ſin'al mezzo del fiume, doue l'acqua ſi vede eſſer maſſimamente veloce in com-

parazione dell'acque collaterali ; e benche questa differenza di velocità paia cosa piccola, e da non tenersene conto, massime da principio, ad ogni modo la natura la sente, e opera secondo quella insensibilmente, tanto che in progresso di tempo produce effetti sensibilissimi, e manifesti anche à gli occhi nostri, à similitudine d'vna pianta, che ogni giorno va crescendo, senza conoscersi l'accrescimento, se non dopo qualche tempo. Così dunque è necessario, che l'acqua chiara di detto fiume dou'ella con maggior velocità scorre, roda, e scaui l'inferior letto più di quello, che può fare dalle parti collaterali verso le sponde, doue più lentamente si muoue. Da questo ne succederà, che il fondo del fiume non sarà vn piano, come prima, mà verrà scauato nelle parti di mezzo, e verso gli argini sarà solleuato à scarpa, perseuerando gli argini quasi nella stessa forma per auer poco, ò nulla patito dal semplice contatto, e dalle direzioni del moto attuale, e di energia, parallele alla superficie di detti argini.

E dunque manifesto, che detto fiume si scauerà più nel mezzo, che da'lati.

De'

De'fiumi ſopraddetti, che nelle piene portano torbide minute, e conſeruano la medeſima dirittura.

Cap. IX.

MOlto importa intendere da'ſuoi veri fondamenti le cagioni', perche i fiumi perdono la primiera loro direzione, ed acquiſtano tortuoſità, e mutano letto; le quali coſe per intendere perfettamente, e neceſſario ſapere, perche, ò come poſſano i fiumi mantenerſi diritti. Supponghiamo adunque vn fiume vniformemente diretto, che ſcorra dirittamente verſo il ſuo termine con qualſiuoglia velocità, il cui letto, e ſponde ſieno compoſte di parti minute, e amouibili. Oltr'à ciò ſieno gli argini talmente alti, che ſieno capaci delle maſſime piene, le quali portino torbide minute. Dico, che queſto fiume manterrà ſempre la medema dirittura verſo il termine. Perche ſi ſuppone, che il piano inferiore dell'alueo ſia pendente verſo il termine, ne ſia inclinato più verſo l'vna, che verſo l'altra ſponda non potrà l'acqua corrente far'impeto direttamente contro le ſponde, e però non vi è ragione, che ſia offeſo più l'vno, che

l'altro

l'altro argine: Ma ſe tali argini non ſono offeſi, ne corroſi, ſi manterranno mai ſempre paralleli frà di loro, e ſe in tutti i ſiti del fiume, gli argini ſi conſeruano paralleli, è neceſſario, che anche il fiume tutto ritenga la medeſima dirittura di prima. Se altri poi voleſſe credere, che i detti argini doueſſero qualche poco eſſer corroſi dal contatto, e ſtriſciamento dell'acqua, che vi ſcorre con impeto non inclinato, ma parallelo alla ſuperficie interna di detti argini, egli douerebbe ancora concedere, che egualmente gli argini oppoſti doueſſero eſſer roſi, non vi eſſendo ragione, che l'vno più che l'altro patiſca dalle ſpinte d'egual mole d'acqua egualmente alta moſſa con pari velocità, e che non vi eſercita moto d'energia, per non eſſer' il ſuolo inclinato più all'vno, che all'altro argine, e perche la detta corroſione (quando vi foſſe) s'ha da concedere in tutti i ſiti del fiume vniformemente nelle parti oppoſte; adunq; qualſiuoglia direzione, che acquiſti vno degli argini, dourà parimente acquiſtarla il ſuo argine contrappoſto, ne mai interuerrà, che l'argine deſtro nel medeſimo ſito s'incaui, e dall'altra parte il ſiniſtro rimanga illeſo, e diuenga come promontorio, le quali coſe, ſe ſono vere (che mi pare non poterſene dubitare) non vi è ragione, per la quale il detto fiume debba diuentare tortuoſo; ſicchè egli dourà mantenerſi nella medeſima dirittura verſo il

mare,

mare, e questo segue in riguardo delle sponde, o degli argini. Ma passando à considerare quello, che per cagione del fondo può succedere, vedesi, che per esser'egli composto di parti minutissime, e facilmente mobili, ma di natura vniformemente graui, e minute in tutto il suolo, e la corrente dell'acqua essendo sempre mai maggiore nelle parti di mezzo, che nelle collaterali, benche il piano del fondo sia perfettissimo, non trouando nel mezzo del fiume l'ostacolo del contatto degli argini, resterà egli nel mezzo sommamente scauato, e susseguentemente manco, e manco nelle parti laterali dalla linea di mezzo. Di modo, che in capo à qualche tempo l'alueo non sarà più piano, ma incauato, la cui parte infima sarà la linea di mezzo del fiume, e le più alte saranno verso gli argini, e così continuando il fiume à scorrere più velocemente nel mezzo, che da' lati l'alueo diuerrà più, e più capace. Soprauuenendo poi le piene, queste con maggior proporzione roderanno nel mezzo, che da' lati, e però scaueranno più il letto del fiume, e benchè nello scemamento delle piene l'acque torbide sogliano deporre quelle minime parti terrestri, che componeuano la torbidezza, tuttauia tale impostime non può rimanere in quel luogo, doue il corso dell'acqua è velocissimo, ma ben si doue ella lentissimamente si muoue, concedendo spazio alla torbidezza non solo

Cap. VIII.

di

di precipitarsi, ma anco di fermaruisi. Dal che ne segue, che nelle parti di mezzo, doue l' acqua è velocissima, non lascerà impostime, ma ben si deporrà da' lati doue l'acqua è poca, e si muoue lentamente. Quindi auuerrà che gli argini acquistino vna nuoua scarpa, e vengano ad auer più saldi fondamenti, tanto è falso, che possano esser corrosi dalla corrente del fiume. E se questo effetto dee seguir sempremai in tutte le piene susseguenti, cioè, che il mezzo resti più è più incauato, che da' lati, e conseguentemente l' impostime verso il mezzo venga sempre ad esser manco, e manco à proporzione, secondo che più, e più si va incauando il letto del fiume, non solo detto fiume non muterà direzione, ma auerà sempre spazio da correre verso il mare, senza pericolo, che per qualsiuoglia gran piena trabocchi. E però par necessariò, che il fiume si mantenga nella medesima dirittura.

Che

Che i fiumi vniformi, e regolarmente diretti, il cui alueo, e ſponde ſieno ſaſſoſe, e duriſsime, benche ſien capaci delle maſsime piene, potranno co'l tempo traboccar da gli argini.

Cap. X.

DOpo auer conſiderato gli effetti, che produce la corrente d' vn fiume dirittiſſimo nell'alueo arenoſo, debbonſi anco notare quelli effetti, che ſeguir poſſono, allorchè il fondo, e gli argini ſieno duri, e ſaſſoſi, e capaci delle maſſime piene. E prima, ò l' acque del detto fiume ſon chiare, o no, o pure in tutti i tempi ſon velociſſime, o lentamente corrono. Se elle in tutti i tempi foſſero chiare moſſe con qualunque velocità grande, o piccola, non potrebbero eſſendo limpide laſciare intaſatura veruna, ne deporre quella torbidezza, che non anno: ma ſe non mai ſi va riempiendo il ſuolo, ò alueo del fiume, rimarrà ſempre capace delle maſſime piene, e per conſeguenza non potrà egli traboccare per gli argini. Sia nel ſecondo luogo la corrente velociſſima; benche nelle piene porti acque torbide, non

F potrebbero

potrebbero queste lasciare impostime nello scemamento di quelle, perche la velocità stessa del fiume lo porterebbe via: sicchè in questo caso non potrebbe il letto del fiume rinnalzarsi, ò riempiersi, e però sarebbe capace delle massime piene, laonde non traboccherebbe.

Ma se la velocità non fosse grande in tempo di piene massime, non ha dubbio, che nello scemar delle piene l'acque torbide lascerebbero impostime da' lati verso le sponde, doue l' acqua corre più lentamente, che pe'l mezzo, come si prouò al Capitolo VII. Ora cessata la piena, essendo la corrente ordinaria assai lenta, non potrebbe portar via affatto l'impostime rimasto, e così il letto inferiore del fiume verrebbe ad esser rinnalzato da ambi i lati verso le sponde, e tal rinnalzamento dourà sempre crescere nel progresso del tempo, perchè verso le sponde il fondo rinnalzato viene a sostenere in capo minor mole d'acqua di prima, e però di minor peso, ed energia; sicchè la forza, ed impeto dell'acqua composta dal peso, e dalla velocità scemati, riesce sempre minore, e meno atto à rodere il suolo, e portar via le intasature lasciate nella piena passata. E perche in ciascheduna piena susseguente per l'istessa ragione viene à farsi nuoua intasatura, e però à rinnalzarsi il letto dalla parte delle sponde, se non altroue, e questo sempre più, e più, ne tal danno può risarcirsi dal profon-

profondarsi il fiume nelle parti di mezzo, per esserfi supposto il fondo sassoso, e durissimo, ne segue per necessaria conseguenza, che la capacità dell'alueo diuerrà sempre minore, e così in progresso di tempo non potrà esser capace delle massime piene, e però dourà in tutti i modi traboccare; il qual'effetto in più breue tempo douerà succedere ne' luoghi, che per lunghissimo tratto sono piani, doue la corrente de' fiumi è lentissima, anzi par necessario, che il letto del fiume si riempia affatto: e in quei luoghi, che gli argini si fabbricano dall'arte interuiene, che il letto del fiume diuenga più alto del piano della campagna; i quali effetti seguono per necessità, come si è detto, ancorchè l'alueo sia capace delle massime piene, e questo per essere il suolo durissimo da non poter profondarsi dal corso, ed energia del fiume.

I sassi grossi, che portano alcuni fiumi in tempo delle loro piene possono esser trasportati in vari siti del fiume.

Cap. XI.

NON poca vtilità si ritrae dall' intender perfettamente, come, e doue possano muouersi i gran sassi, che da alcuni fiumi taluolta vengono trasportati particolarmente ne'tempi delle lor piene. E per maggior chiarezza supponghiamo la figura del fiume R Z essere regolarmente, ed vniformente diretta, come di sopra fu dichiarato, e che abbia tutto il suolo E B C duro sassoso, e spianato. Intendasi poi vn gran sasso G, di figura rotonda, o sferica, ò cilindrica, il centro, ed asse del quale sia collocato nella linea R Z del mezzo del fiume. Egli è manifesto, che il sasso G potrà essere spinto all' in giù dall' impeto dell' acqua, il quale per minimo, ò debole, che si sia basterà per far ruzzollare il sasso G, quando egli fusse di figura sferica, anzi egli vi scorrerebbe da se medesimo senza che l' acqua ve lo spignesse. Ma essendo cilindrico appoggiato con vna delle sue basi piane

Fig. VIII.

piane sopra il letto del fiume, si potrà dar caso, che abbia bisogno d'essere spinto con maggiore, e maggior forza dall'acqua, la quale finalmente potrà arriuare a muouerlo, potendo il momento composto dalla copia dell'acque, e dal suo peso, ò energia, e dalla velocità del moto attuale superare l'eccesso del peso assoluto del sasso G sopra il peso assoluto d'altrettanta acqua; e deesi solamente far capitale di tal eccesso, non del suo peso assoluto, perchè vn sasso demerso nell'acqua pesa meno di quello, che faceua in aria tanto appunto, quanto è il peso assoluto d'vna mole d'acqua eguale al detto sasso. Ora io dico, che tal sasso continuerà à scorrere per la linea di mezzo R Z rimossi tutti gl'impedimenti accidentali, e che per qualunque accidente d'vrto, ò asprezza del suolo, o agitazione d'acqua irregolare fatta da'venti, ò cosa simile potrà essere spinto il sasso G verso le sponde.

Dimostrazione.

Circa il primo caso, perche l'acqua massimamente veloce è quella, che scorre per la linea di mezzo R Z, verrà à riceuere il sasso G la percossa più impetuosa dalla linea R H nel centro della sua grauità; e nelle parti M K egualmente remote da detto centro verrà ad essere spinto con meno impeto, ma però pari, ed eguali fra di loro, perchè le linee L M, & I K parallele alla linea di mezzo R H sono da essa egualmente remote per

Fig. VIII.

esser

esser G sfera, o cilindro, e però l'acqua vi scorre con pari velocità, benche più debole, che l'acqua R H. Adunque le due superficie eguali H K, & H M vengono à riceuere impulsi d'acque eguali egualmente veloci, che tutte spingono con direzioni fra di loro parallele, adunque non vi è ragione perchè la forza dell'acqua R H K I superi la forza eguale a se dell'acqua R H M L, e però è impossibile, che il sasso G sia spinto di quà, ò di là della linea di mezzo R Z, sicchè è necessario, che il sasso G scorra per la medesima linea R Z.

Intendansi poi nello stesso fiume due sassi di peso, di mole, e di figura eguali, quali sono G, & H contigui, ed egualmente remoti dalla linea R Z, è manifesto, che le due superficie L E, ed E N esposte all'impeto dell'acqua più furiosa, per esser più vicina alla linea di mezzo, che non è quella, che spigne le parti più remote L P, ed N S, patiscono il massimo impulso, e però si dee principalmente far capitale dell'impeto, che fa l'acqua K L N M, il qual non solo è maggior dell'impeto di tutto'l resto del fiume, ma ancora verso la parte di mezzo R E sempre è più furiosa, per la qual cosa viene a formarsi dall'acqua vna bietta, qual'è L E N, che fa forza direttamente per insinuarsi fra i due sassi G, ed H, ma la natura del cuneo, e la sua figura spinta per la retta I E necessita i sassi G H, a cedere il luogo mouendosi lateralmente verso le

Fig. IX.

so le

so le sponde; Adunque è necessario, che i detti sassi sempre più si scostino dalla linea di mezzo R Z, e per linee oblique si conducano verso le sponde.

Dichiarato questo, torno di nuouo à considerare il solo sasso G posto nel mezzo del fiume, e per qualunque accidente (che sono infiniti) la forza dell'acqua R H K I superi quella dell'acqua R H M L, o perche dalla parte verso M incontri qualche asprezza nel letto del fiume, ò perche la superficie H K sia più aspra, o pure esponga all'impeto dell'acqua qualche faccetta più direttamente di quel che si faccia la superficie H M, o perche il vento, o altra cagione spinga più velocemente l'acqua, o accresca la mole dell'acqua contenuta nello spazio R H K I di quello, che si faccia nella parte opposta: per la qual cosa il sasso G verrà spinto da due biette eguali, e simili O H M, & N H K, vna delle quali N H K fa maggior forza, che la sua contrapposta, e però è necessario, che il centro della grauità del sasso G sia rimosso dalla linea di mezzo R Z verso A D, così richiedendo la natura del cuneo, e dopo esserne rimosso, perche molto più di prima la superficie H K vien percossa dalla linea di mezzo del fiume, che corre con impeto più, e più veloce che la parte opposta, superando sempre più il primo momento il secondo, e percuotendo l'acqua la superficie H K a guisa di bietta, ò cuneo per l'obbliquità di det-

Fig. VIII.

ta ſuperficie, è neceſſario, che ſempre più, e più venga ſpinto il ſaſſo G obbliquamente verſo la ſponda A D, come per vna linea G Q, finchè ſi riduca egli à toccare la ſponda A D, ò pure l'impeto dell'acqua non ſia più abile à poterlo ſpignere più oltre.

Quello, che ſi è detto de' ſaſſi rotondi ſi vede ſenz'altro diſcorſo poter'auer luogo anche ne ſaſſi di figure piane, ed irregolari con varietà ineſplicabili dependenti dalla grandezza dal peſo, e dalla varietà delle loro figure, e da' ſiti varij, che ſi trouano auere, ò vanno acquiſtando pe 'l fiume: Onde in generale ſi comprende in tutti i ſaſſi eſser neceſsario, che poco, ò molto debbano eglino eſſer rimoſſi dalla linea di mezzo del fiume verſo le ſponde, non potendoſi giammai rimuouere tutte le cagioni accidentali di tal traſportamento, ſe non per fortuna, e per breuiſſimo tempo.

I fiumi

I fiumi, che nelle piene portano ſaſsi groſsi debbono mutar la direzione del corſo delle loro acque:

Cap. XII.

PErchè da' monti ſogliono ſpontaneamente, ò dalle pioggie, dal vento ſpiccarſi ſaſſi di varie grandezze, e figure, e queſti pe' i torrenti entrando ne' fiumi poſſono per molto, o poco ſpazio correrui, è neceſſario conſiderare quali mutazioni producano i detti ſaſſi ne' fiumi. E per proceder con chiarezza, ſupporremo, come ſi è fatto per lo paſſato, eſſere il fiume R Z vniforme, e regolarmente diretto, il cui ſuolo piano ſia ſaſſoſo, e duro, e nelle piene torbide porti ſaſſi groſſi di varie figure, e grandezze. Dico primieramente, che il piano ſoggetto, o fondo del fiume non ſarà più ſpianato, ma ſarà rinnalzato in diuerſi luoghi. Perche ſcorrendo l'acque dirittamente verſo il termine Z, e portando ſaſſi di varie grandezze, e figure, queſti ſaranno variamente traſportati, e agitati dal corſo dell'acqua ſecondo gl'incontri vari, che patiſcono in vari ſiti del fiume, le facce de' ſaſſi più, o meno inclinate alla corrente del fiume, *Fig. X.*

G e ordi-

e ordinariamente ſuccederà, che la velocità maſſima del mezzo del fiume gli deuierà alquanto dalla linea di mezzo, come ſi prouò nel precedente Capitolo, e così à poco à poco in vari tempi, e luoghi potranno eſſer diſperſi, e collocati i detti ſaſſi in vari ſiti del fiume confuſamente, come in B, e C, e con lo ſcemare della piena ſcemando anco l'impeto dell'acqua, non ſolo altri ſaſsi piccoli ſi ſaranno ridotti, e vniti in B C, ma ancora dimolta iaia, e rena, perchè gl' intoppi de' ſaſsi grandi B, C, ritenendo l' acqua, che và ad vrtargli, fà ſi, che la corrente in que' luoghi ſia molto pigra, e lenta; e però ella concederà ſpazio alla torbida di cadere, e poſarſi intorno a' detti ſaſsi B, C. Per la qual coſa ceſſata la piena ſi troueranno ne' ſiti B, C alcuni rialti detti volgarmente renai: dal che ne ſegue, che il letto del fiume non ſarà come da principio vn piano inclinato verſo Z, ne ſarà egualmente incauato dall' vno, e dall' altro lato della linea di mezzo, com'era prima, ma acquiſterà vn letto in vari luoghi eleuato, nel quale l'acqua più copioſa, e profonda verrà à ſcorrere tortuoſamente. Soprauuenendo poi altre, ed altre piene potranno alzare molto più i detti renai, i quali auendo fatto diuenire il letto del fiume inclinato da B verſo D, e da D verſo G E l'acqua verrà neceſsitata à mutar direzione, douendo ella ſcorrere per la via più decliue, e tortuoſa acqui-

ſtata

ſtata di nuouo, quale è la F D G E, non potendo continuare il primiero corſo diretto, eſſendo impedita da gli oſtacoli de'renai B, C, ne potendo ſcorrere verſo i luoghi alti, e ſolleuati de'detti renai, perche la natural grauità dell'acqua la sforza non a ſalire, ma a ſcorrere per i luoghi più baſſi, e decliui. E adunque manifeſto, che i fiumi, che portano ſaſsi grandi debbono mutar direzione.

I fiumi vniformi, e regolarmente diretti, che portano ſaſsi grandi nelle piene, ſe aueranno le ſponde di parti amouibili, potranno eſſer' in alcuni luoghi corroſi, e tutto il fiume diuerrá tortuoſo.

Cap. XIII.

DOpo eſſerſi conſiderati gli effetti, che producono i gran ſaſsi nel ſuolo, ò letto del fiume, rinnalzandolo in diuerſi luoghi, doue prima era ſpianato, e dirittamente pendente verſo 'l mare, e da tali rinnalzamenti ne ſeguiua, che l'acqua era coſtretta à correrui tortuoſamente, ben-

che il detto ſuolo foſſe duriſsimo, e ſaſſoſo; debbono conſiderarſi gli effetti, che i detti ſaſsi producono nelle ſponde, ò argini de' fiumi, quando elle però non ſieno duriſsime, ma compoſte di parti amouibili, e moſtrerò, che tali argini douranno in vari luoghi eſſer corroſi, e incauati dalla corrente tortuoſa. Perche l'acqua dopo eſſerſi ragunato il renaio B, non può come prima correre dirittamente da R per F G, per eſſere rialzato il ſuolo fra F, e G, e però viene ella neceſsitata (come ſi diſſe) a ſcorrere per la parte più decliue del letto per due ragioni: la prima è perche la decliuità del renaio B pende verſo la ſponda I D L; ma l'acqua naturalmente cade, e ſi precipita per la decliuità più ripida, chiamata da noi Via della ſceſa, adunque ella dee precipitoſamente correre da F verſo D, non più per la via di mezzo F G. Secondo perche è naturale à qualſiuoglia corpo graue ritenere la velocità conferita dal precedente moto; dal che ne ſegue, che vrtando il mobile in qualche oſtacolo, non perciò l'impeto concepito ſi eſtingue, ma perſeuera ad eſercitare il ſuo talento per quella via, e direzione, che gli permette la ſuperficie dell'oſtacolo, e però egli non potendo continuare la ſua prima direzione, ne acquiſterà vna nuoua riflettendoſi per la via più breue, cioè formando nel piano, nel quale vrta l'angolo della refleſsione vguale à quello dell'inciden-

Fig. XI.

Cap. XII.

za.

za. Questo si osserua percotendo vna palla contro vn muro, la quale con la detta legge si riflette. Ora l'acqua scorrendo dirittamente da R fino ad F, doue vrta nella superficie inclinata del renaio B, e ritenendo tuttauia il concepito impeto, benche il pauimento, o suolo fosse piano da F fino a D, tuttauia douendo rifletterfi ad angoli eguali sopra la superficie del renaio B, vien necessitata à dirigere il suo corso verso l'argine in D; per queste due cagioni il corso dell'acqua non verrà più ad esser parallelo alla superficie interna dell'argine H D Q, ma verrà ad vrtarla, formando vn' angolo acuto F D H, e però il momento composto dell'energia, o peso dell'acqua, e della velocità, con la quale si muoue vrtando furiosamente l'argine in D dourà roder le particelle terree amouibili di detto argine, le quali per non esser saldamente vnite, e collegate fra di loro, possono spiccarsi, e cedere all'impeto maggiore dell'acqua. Continuando poi tal corrosione in D, staccandone sempre nuoue, e nuoue particelle, necessariamente verrà ad incauarsi l'argine, e formare vn seno, qual'è I K L. Da questo sito scorrendo l'acqua verso G parte più decliue del fiume, incontra di nuouo il secondo renaio C, doue per le medesime ragioni riflettendosi ad angoli eguali verso l'argine opposto, viene ad vrtarlo in E, e quiui parimente corrodendo l'argine, è necessario

Cap. III.

che

che in progresso di tempo vi formi vn nuouo seno, qual'è M N O, e lo stesso douendosi dire d'altri renai, che si saranno formati nel letto del fiume, adunque egli non sarà più vniforme, e regolarmente diretto, ma tortuoso, e compreso da sponde serpeggianti, quali sono H I K L C, e B M N O. Vn somigliante effetto douerà seguire quando gli argini de'fiumi fossero saldamente murati sopra il semplice terreno mobile, perche la forza della corrente F D vrtando continuamente il muro H D, e impetuosamente strisciandolo, dourà rodere, e profondare il suolo arenoso aderente, e contiguo al muro, si che co'l tempo l'argine seguitando ad essere scalzato, potrà arriuar l'acqua à correre sotto l'infimo orlo del muro, e quiui ritrouandosi terra, e rena amouibile, potrà la forza dell'acqua corrente più, e più rodere, e profondare il terreno, sopra del quale il muro era fondato. Laonde l'acqua verrà à fare come vna mina sotterranea lasciando quella parte del muro sospesa in aria; e quella, o pe'l proprio peso, o per gli vrti, e scosse dell'acqua, potrà prima piegarsi, e poi rouinare, e per la rottura continuamente più, e più allargata potrebbe farsi vn seno, qual'è I K L, benche vi vorrà più lungo tempo, che se tal muro non vi fosse stato. L'istesso poi potrà succedere in E, e in altri luoghi, sicchè non ha dubbio, che il detto fiume diuerrà tortuoso, e serpeg-

serpeggiante, e questo necessariamente dourà succedere, benchè il suolo inferiore sia duro, e sassoso, per cagione de' sassi portati nel fiume, e de' renai quiui solleuati, come si propose di prouare.

I fiumi vniformi, e regolarmente diretti il cui suolo sia composto di parti sassose, e dure, e d'altre parti facili á muouersi con le sponde frangibili, ed amouibili, benche non portino sassi nelle piene diuerranno tortuosi.

Cap. XIIII.

BEnche il fiume si supponga da principio vniforme, e regolarmente diretto, e che non porti sassi nelle piene, ma il letto sia duro, e sassoso in B, e C, e amouibile in F, G, E, basterà la ineguale sodezza del suolo, o letto à cagionare la tortuosità del fiume, perchè correndo l'acqua per la via di mezzo R Z con la massima velocità, e meno, secondo che più si accosta agli argini, e premendo co'l suo moto d'energia, o peso il fondo,

Fig. XI.

Cap. VIII.

Cap. III.

fondo, ò letto del fiume, farà ella tant'impeto contro'l suolo, quanto è'l momento composto della sua grauità, e dell'impeto, co'l quale si muoue; e perchè a tali vrti impetuosi possono resistere le parti dure, e sassose B, e C, ma non già le parti F, e G per esser cretose, non ha dubbio, che le parti B, C staranno salde gran tempo, ma le parti amouibili F, G potranno esser corrose, e portate via dalla corrente. Per la qual cosa il fiume resterà scauato, e basso ne'luoghi F, G, ma le parti B, C rimarranno alte, e solleuate. Da questo ne segue la tortuosità del corso dell'acqua per le stesse due ragioni dette nel capitolo antecedente. Prima perche l'acqua dee scorrere dal luogo alto B verso il basso D per la decliuità trasuersale di nuouo acquistata; Secondo perche l'impeto dell'acqua corrente direttamente per R F vrtando nel sasso duro B dee rifletteesi ad angoli eguali verso l'argine contrapposto in D, ma l'impeto dell'acqua, che vrta in D è bastante à roder l'argine, e formarui il seno I K L, come si è detto, e per la stessa ragione vrtando nel sasso C, dee riflettersi impetuosamente per roder l'altro opposto argine in E, formandoui co'l tempo il seno M N O. Adunque è manifesto, che tutto'l fiume perderà la primiera direzione, e diuerrà tortuoso, e serpeggiante.

Dalle cose dette fin qui chiaramente si comprende,

prende, che ne' fiumi, che anno il ſuolo di parti non egualmente ſalde, e dure, vi ſono due cagioni, che gli rendono tortuoſi, e ſerpeggianti. La prima già detta ſi è la facilità di eſſer corroſo il ſuolo nelle parti men dure, e ſalde; La ſeconda ſi è la copia de' ſaſſi, e ghiaia, che ſogliono portar le piene quaſi in tutti i fiumi, perchè nelle parti più alte, e rileuate del ſuolo B, C l'acqua vi corre con manco velocità, e però quiui deporrà la torbida, e i ſaſſi ſi fermeranno; per lo che le inferiori parti F G molto più reſteranno profondate, e così ſi accreſceranno le cagioni della tortuoſità della corrente, e però maggiormente gli argini contrappoſti verranno ſcauati. Poſſiamo dunque conchiudere eſſer' affatto impoſſibile trouarſi vn fiume, che corra, e ſia diſteſo dirittiſſimo, ſe pur non fuſſe incauato l'alueo fra' monti di macigno ſaldiſſimi, e diſpoſto con vniforme, e regolare direzione, e che non portaſſe verun ſaſſo, e ſempre le ſue acque foſſero chiare, condizioni, che ſarebbe miracolo à trouarle tutte accoppiate inſieme, ſe non per breuiſſimo tempo: E noi veggiamo ſempre quaſi tutti i letti de' fiumi eſſer compoſti di parti più, e meno frangibili, portar ſaſſi, e ghiaia, e non vi eſſer monte duriſſimo, dal qual co'l tempo non ſi ſpicchino pezzuoli di varie grandezze, che ſpontaneamente precipitano all' in giù.

Ma oltre à queſto vi è vn'altra cagione potente

da se sola à render' ineguale, e serpeggiante il suolo, e il corso del fiume, e questa depende da i torrenti, e da' fiumi particolari, che vanno entrando nel fiume principale, i quali scorrendo di trauerso ad angoli retti, ò obliqui sopra la corrente del fiume maggiore vengono non solamente ad incauare, e corrodere il letto trasuersalmente, ma ancora à deuiare la principal corrente dalla sua direzione spignendola ad vrtar l'argine contrapposto, e succedendo questo in più luoghi dalla destra, e dalla sinistra del fiume, dourà egli necessariamente incuruarsi, e rendersi serpeggiante.

In quei fiumi, che anno il piano del fondo inclinato verso vno degli argini, potrà tal'argine rouinare, e far' incuruare il fiume, e taluolta mutar letto.

Cap. XV.

QVell' effetto, che poterono far' i gran sassi portati nel fiume, mostrerassi ora con qualche varietà poter cagionarsi dal semplice letto inclinato ad vna delle sponde. E per maggior chiarezza intendasi il fiume R Z vnifor- *Fig. XII.*

mementе

memente diretto, il cui fondo, ò alueo dalla sponda diritta A B penda verso l'argine C D parallelo à quello. Egli è manifesto per la pendenza del suolo verso l'argine C D (oltre alla principale inclinazione di tutto il fiume verso Z, doue egli corre) che la via della scesa di detto piano inclinato, cioè la più breue, e la più ripida, per la quale correrebbe l'acqua, s'ella non fusse ritenuta dal detto argine inferiore, non sarà ne perpendicolare, ne parallela al medesimo argine C D, ma caderà obbliquamente da A, in E, formando l'angolo A E H acuto dalla parte superiore del fiume R; e però è necessario, che il moto d'energia faccia forza co'l suo peso non solo contro'l letto, ò suolo inferiore, ma ancora contro l'argine opposto C D, e perche vi è il moto attuale da R verso Z di tutta l'acqua, il quale insieme con lo sforzo dell'appoggio, e compressione, che fà co'l suo centro di grauità, accresce, e auualora molto più la forza della corrente, e tutt'insieme questi moti si voltano obbliquamente da A verso E, formando vn'angolo A E H più acuto. Adunque per la linea A E, e per altre a lei parallele si farà lo sforzo massimo della corrente, dal che segue, che l'argine H D verrà tormentato, e corroso, com'anche il suolo nella parte più infima, e più vicina a'fondamenti dell'argine H D, e perche è quasi impossibile, che il detto argine sia da per tutto

Cap.I.e III.

 vnifor-

vniformemente resistente, quand' anco il letto inferiore del fiume fosse sassoso, potendo per mille accidenti esserui vna parte come E meno resistente, che le collaterali H, P, bastando, che i tronchi, ò le barbe di qualche albero smuouano, ò forino l'argine, continuando poi l'impeto obbliquo della corrente à rodere, e scalzare l'argine in E, e scuotendolo con tutta la sua forza, non hà dubbio, che in progresso di tempo in E potrà l'argine esser corroso, e rouinato, e per conseguenza vi potrà nascere vn seno, il quale se oltre all' argine C D trouasse la campagna bassa, e pendente, dilatando più, e più la rottura dell' argine, potrebbe tuttauia l'acqua del fiume scaricarsi per la rottura E, e indirizzarsi verso I K, formandosi vn nuouo letto. Ma se la campagna verso I K fosse alta, e non facile ad esser corrosa, vi rimarrebbe almeno il seno incuruato E I, che potrà esser cagione sufficiente d'incuruare in tal sito tutto 'l fiume; L'istesso potendo succedere in tutti i luoghi dell' argine verso D, ne auuerrà che il fiume perdendo la primiera dirittura, si renderà incuruato, e flessuoso, conforme fu proposto.

I gran

I gran ſaſsi portati da' fiumi ſerpeggianti potranno fermarſi, e deporſi ne' principi delle ſuolte, o incuruature.

Cap. XVI.

DOpo che ſi è veduto ne' fiumi vniformi, e regolarmente diretti quali ſtrauaganze producano i gran ſaſſi, che vi portano le piene, deeſi ora conſiderare in quali ſiti debbano fermarſi ne' fiumi tortuoſi, e perciò ſupponghiamo nel fiume R Z eſſere la prima parte A B C D diritta, e che in C D ſia la prima ſuolta, e ſeguiti il fiume di quando in quando à ſerpeggiare, come in H E. Dico, che ne' principi delle mezze lune, o delle ſuolte, doue le correnti anno à declinare dalla linea retta, ſi fermeranno i ſaſſi. Perchè i gran ſaſſi, che ſi ſpiccano da' monti anno biſogno di grand' impulſo, per eſſere ſpinti ne' fiumi, però eſſi in tempo di piene quando l'acqua è più che mai copioſa, e furioſa potranno eſſer portati, e queſti dall'impeto della corrente furioſiſſima nella via di mezzo, ſendo ſpinti verſo le ſponde per la forza, che fà l'acqua à guiſa di bietta ad vno de' ſuoi lati, ò fianchi; però parte de' ſaſſi portati pe'l fiume

Cap. XII.

Fig. XIII.

Cap. XI.

diritto

diritto A B C D declinerà verso la sinistra D, e parte verso la destra C; quelli che vanno verso D portati dall'impeto diretto, verranno à vrtare nella sponda sinistra, e incauata qual' è M: e benchè in tal sito il suolo sia solleuato la furia dell'acqua velo potrà condurre, e insinuarlo (per così dire) almeno in parte nell'argine contrapposto D F. Quiui non ha dubbio, che'l gran sasso M interrato nella belletta, e nell'argine opposto, auerà molta difficoltà à voltolarsi per vna nuoua via trasuersale D F, per esser'impedito da gli angoli, e scabrosità, delle quali detto sasso è composto, e dalla difficoltà di disbrigarsi dall'impedimento dell'argine opposto, contro'l quale fu spinto, e in parte insinuato, ed anche, perche l'acqua in detto sito D F per essere rialto, e che incontra l'ostacolo dell'argine D F, è necessario che vi corra con poca furia, sicchè ella non sarà basteuole à strappare di nuouo il sasso infangato da gl'impedimenti in D, e condurlo verso F. Per lo contrario il sasso portato dalla corrente nella parte conuessa C non trouando quiui argine contrapposto, nel quale il sasso vrti, e potendo l'acqua liberamente seguitare il suo corso diritto verso E, potrà facilmente seguitare a spignere detto sasso non punto impedito in C per la medesima dirittura C E, finchè di nuouo incontri la seconda suolta. Quel che si è detto poter succedere nella prima suolta, non hà dub-

bio,

bio, che interuerrà nelle ſuſſeguenti in altri ſaſſi, che non ſi fuſſero fermati nella prima incuruatura, ritenendo maiſempre la loro ſcabroſità, che non gli laſcia ſdrucciolare con quella facilità, che ſcorre l'acqua fluida. Soprauuenendo poi altre piene, ha del veriſimile, che intorno a' ſaſſi grandi fermati negli angoli ſinuoſi, s'accoſtino molt'altri ſaſſi minori, e molta iaia, e molto più queſto interuerrà nello ſcemamento delle piene, perchè mancando l'impeto, e la forza dell'acqua, và ſucceſſiuamente mancando la cagione di ſtaccarſi detti ſaſſi minuti, e rena d'attorno a'ſaſſi grandi, e queſta è la cagione, per la quale ſorgono ne' fiumi que' rialti di renai, e ſaſſaie, che s'oſſeruano maſsimamente, quando i fiumi ſono vicini à montagne, o colline ſaſſoſe, e queſti ſono i modi, che vſa la natura per fare i renai, e rialti de'fiumi, operando ſempre per neceſsità.

Ne'

Ne' fiumi, che ſon compreſi da argini ſtabili, paralleli, e diritti ancorchè l'acque baſſe vi corrano tortuoſamente, tuttauia in tempo di piene groſſe ſi vedrà correre tutto'l fiume dirittamente, come s'egli aueſſe l'alueo vniformemente inclinato.

Cap. XVII.

A Chi vuol perfettamente intendere la natura de' fiumi, e gli effetti ſtrauaganti, che nel loro corſo producono fa di meſtieri oſſeruare non ſolamente i moti particolari nell' acque inferiori, ma ancora quelli delle ſupreme contigue all' aria, ne' quali ſi oſſerua gran diuerſità in tempo di piene groſſe. Parrà queſto ad alcuno, che ripugni alle coſe, che ſi ſono dichiarate ne' precedenti Capitoli; ma pure e' ſi vedrà poter rimaner ſalda la dottrina ſin'ora ſpiegata, non oſtante queſte nuoue ſtrauaganze, che ſoprauuengono.

Fig. X. Supponghiamo dunque il fiume R Z eſſer compreſo

preso dagli argini A H, I L saldi, e paralleli frà di loro di tant'altezza, che sien capaci delle massime piene, ma il letto inferiore sia disuguale in maniera, che l'acque basse vi corrano serpeggiando per vna linea inflessa F D G E Z. Dico ora che venendo vna piena grossa, non si vedrà più l'acqua correre tortuosamente, come prima, ma ella scorrerà verso il suo termine, come se tali tortuosità del fondo non vi fossero, mouendosi per vna direzione parallela agli argini. Non ha dubbio, che l'acqua finchè non auerà superato l'eminenze de' renai sarà necessitata a serpeggiare per quelle vie basse, e serpeggianti, e questo succede perch'ella vuole scorrere naturalmente a luoghi più bassi, e non può salire sopra i renai, ma quando auerà superato tutte l'eminenze de' renai, si sarà formato vn letto, spianato, e vniformemente pendente: poichè quelle cauità, e luoghi bassi vengono riempiuti, e colmati dall'acqua non meno, che s' eglino fussero ripieni di terra, essendo impossibile, che l'acque eminenti della piena possano andare ad occupare le cauità infime, le quali si trouano già piene d'acqua. Ora perchè il nuouo letto inferiore spianatissimo, benchè fatto d'acqua compreso dagli argini paralleli fra loro, non è più flessuoso, e serpeggiante, ma ha la stessa direzione, che anno gli argini, e però egli è più pendente, e più ripido di prima, adunque la nuoua

piena altiſſima collocata in vn tal letto, o alueo ſpianato più diritto, e pendente, è neceſſario che vi ſcorra ſopra, douendo tali acque eminenti, e più veloci di quelle baſſe, che ſon trattenute da gl'intoppi de' renai, ſcorrere per la più breue diritta, e ripida via, che vi ſia ſopra il letto per così dire immaginario dell'acqua; dunque è neceſſario, che poco più in ſu della ſommità de' renai, tutta l'acqua della piena ſcorra non ſerpeggiando per F D G E Z, ma ſecondo la direzione de gli argini A H, ed I L. Alle coſe dette in vniuerſale debbono ora aggiugnerſi quelle, che produce l'inegualità del letto, e il corſo tortuoſo dell' acque inferiori. Egli non ha dubbio, che non è l'iſteſſo, che il letto del fiume ſpianato ſia di ſaſſo, o di terra, o che ſia parte di ſaſſo ſtabile, e parte di acqua F D G E mobile, e corrente con gran velocità, e però è neceſſario, che l' acque eminenti della piena, che ſopraſtanno alla cauità diritta R F abbiano maggior profondità, che quelle, le quali ſopraſtanno al renaio B. Ma l'acque correnti più profonde, più velocemente corrono, adunque le prime, che ſopraſtanno ad R F, debbono correre più velocemente, che le collaterali, che paſſano ſopra B, ne ſi può negare ancora, che l' acqua ſopra la cauità tortuoſa F D G E ſcorra con maggior velocità, che quella ſopra del renaio B, perche l'acqua mobile delle cauità non è di tanto im-

pedimento

pedimento al corſo dell' acque ſuperiori della piena, quanto il renaio B ſtabile, e ſcabroſo: ma notiſi che può darſi il caſo, che l'acqua giunta ſopra la cauità dalla parte deſtra D, e ſopra il renaio B dalla ſiniſtra in eguale diſtanza dagli argini, vi arriui con pari velocità acquiſtata nel corſo precedente del fiume, e però vna minima aggiunta di minima velocità in D, più che in B rimarrà inoſſeruabile, o pure cagionerà vn vortice di quelli, che nelle piene bene ſpeſſo ſi oſſeruano. Poi tirando innanzi la carriera, l'iſteſſe acque da F ſi conducono in D G E, doue le infime acque corrono tortuoſamente, e però quiui il letto tortuoſo alla ſopraſtante piena non aiuta come prima il moto diretto dell'acqua, che ha in capo, anzi lo deuia qualche poco verſo la ſiniſtra, ma ambedue queſti impedimenti di tortuoſità, e cauità ſi rendono inſenſibili alla maſſima velocità, con la quale ſcorre l'acqua della piena eminente contigua all'aria, ne altro ſi potrà oſſeruare, che certi vrti, o rauuolgimenti, o vortici, che in detti luoghi ſogliono comparire in tempo di piene. E in ſomma, benche il corſo delle piene ſia compoſto d'alcuni piccoli moti irregolari taluolta verſo le ſponde, altre volte all'insù fatti da gli vrti, e rifleſſi dell' acque, tuttauia queſti non ſi veggono, non eſſendo eſpoſto a gli occhi noſtri altro che la ſuperficie dell'acqua trèmolante reſa opaca, e dal tremolio,

molio, e più dalla torbida, che non lascia veder quello, che succede nelle parti inferiori, e però rimane solamente manifesto il principal corso velocissimo fatto per la più breue, e pendente via secondo la direzione de' due opposti argini. Egli è però vero, che vno de gli argini patisce più dell'altro in quei luoghi, doue la pendenza del letto vi conduce maggior copia d'acqua, la quale con l'energia del suo grān peso mossa anco rapidamente, viene obbliquamente a strisciarlo, e corroderlo, il che non succede in que' luoghi, doue il letto è solleuato. E così si vede, che in questo caso anno luogo ancora le cose dette ne precedenti Capitoli, producendo quelle medesime cagioni i suoi effetti necessari, ancorchè elle sieno accoppiate con nuoue cagioni, che non rendono così euidente l'effetto di quelle per essere congiunte co'l corso velocissimo della piena, che non fa comparire quegli sforzi trasuersali. E questo basti per dar contezza in vniuersale delle cagioni del corso diretto, e tortuoso de'fiumi dependenti dalle cagioni naturali in que'fiumi, che anno il letto direttamente pendente, e inclinato verso il mare.

De'

De' fiumi, che anno il letto composto di due superficie piane inclinate diuersamente, e alcuni lemmi necessari per intendere la lor natura, e gli effetti, che douranno fare.

Cap. XVIII.

FIN ora si sono considerati i fiumi, che anno il letto vniformemente pendente verso 'l mare, il cui suolo era vn suolo piano distesò per tutta la sua lunghezza, il quale benche fusse alterato da' renai, e rialti, si supponeuano sempre nel medesimo piano del letto. Orà passeremo à trattar de' fiumi, che scorrono sopra letti piani d'inclinazione diuersa, e questi sono di due sorte, perchè o il letto superiore è più ripido, e eleuato del susseguente inferiore, in maniera che l'acqua, che prima correua per vn letto ripido arriua ad vn' altro letto meno pendente, o pure per lo contrario dalla parte superiore del fiume il letto è meno ripido, e più vicino al piano dell' orizzonte, ed a questo succede dalla parte di sotto vn' altro piano più ripido, e pendente, il quale necessita a scorrerui l'acqua su con furia, e radipità maggiore. Ora in

in ambedue i detti casi deesi auer considerazione all'angolo, o comun sezione de' detti due piani inclinati fra di loro, e all'orizzonte. Oltr' à ciò deesi ancora auuertire, se la linea del corso dell' acqua descriue angolo retto, o acuto con la detta comun sezione de' piani: tutte le quali cose producendo effetti diuersi, e strauaganti, douranno prima con metodo vniuersale esaminarsi, accioc-chè poi facilmente possano intendersi gli effetti, che vi fanno l'acque, che vi scorrono sopra.

Fig. XIIII. E prima se saranno due piani D M, L F, pendenti verso il Mare tra di loro, e al piano dell' orizzonte inclinati, se nel piano D M la via della scesa A B sarà perpendicolare ad M L comune sezione de' detti due piani; Dico che anche la via della scesa B C nel seguente piano L F sarà perpendicolare alla medesima M L, e le due vie B A B C saranno costituite nel medesimo piano verticale, o perpendicolare all'orizzonte.

Dimostrazione. Tirisi dal punto B la retta linea B S perpendicolare al piano dell'orizzonte, e perchè la via della scesa A B è non solamente collocata nel piano verticale, ma ancora dee esser perpendicolare alla comun sezione dell'istesso piano D M, e di quello dell'orizzonte, la quale sia N H P, e si supponeua l'istessa A B perpendicolare ad M L: adunque le due M L, & N P, che si trouano nel medesimo piano di M D, sono parallele fra di lo-

Cap. I.

ro.

ro. Similmente la via della ſceſa B C nel ſeguente piano F L è perpendicolare alla F G comune ſezione di detto piano, e di quello dell'orizzonte. Dico ora che la ſteſſa B C ſarà collocata nello ſteſſo piano verticale A B S. Perchè la retta P H comun ſezione del piano D M, e di quello dell'orizzonte P F è perpendicolare alla retta H B A, ed anco alla retta H S per il Corollario primo del Capitolo primo, adunque la P H ſarà perpendicolare al piano verticale H B S: ma la B L è parallela alla P H, adunque la L B anch'eſsa è perpendicolare allo ſteſso piano verticale H B S, e per conſeguenza farà angoli retti con le due H B, B S, che ſono nello ſteſso piano, e la toccano. Poi perchè per la perpendicolare L B è tirato il piano L F, ſarà tal piano perpendicolare allo ſteſſo piano H B S; al quale parimente ſarà perpendicolare il piano P F dell'orizzonte, per eſſer tirato per la P H perpendicolare al medeſimo piano H B S, ſicchè la G F comun ſezione de' due piani L F, P F perpendicolari al medeſimo piano H B S, ſarà perpendicolare all'iſteſſo piano verticale H B S, e però la G F ſarà parallela alla L M, la quale era perpendicolare al medeſimo piano H B S, ed era l'angolo G C B retto, adunque l'angolo L B C ſarà anch'egli retto, ma la L B era perpendicolare alle due B H, B S, e ſi moſtrò anco perpendicolare alla B C, adunque queſte tre H B, B S, B

C ſono

C ſono in vn medeſimo piano; per la qual coſa la ſeconda via della ſceſa B C, ſarà non ſolo perpendicolare alla L M, ma ancora ſarà collocata nel medeſimo piano verticale A B S, e queſto ſi verifica in qualunque inclinazione del ſecondo piano L F, ſiaſi egli perpendicolare all' orizzonte, o no.

Da queſto ne ſegue, che vn graue R, il quale ſcorre per la via della ſceſa A B, arriuando al ſecondo piano in B, ſeguiterà la ſua carriera ſenza mai vſcire dal medeſimo piano verticale A B C; e però ſi partirà dal precedente piano D M, con vna direzione perpendicolare al taglio M L, e ſe aderirà al ſuſſeguente piano, anderà per la retta B C.

Fig. XV. Nel ſecondo luogo il piano L F ſia più inclinato al piano dell' orizzonte, che non è il piano D M, e la via della ſceſa A B non ſia perpendicolare, ma faccia angoli obbliqui con M L comun ſezione de' piani inclinati, e cada il detto piano L F oltre la perpendicolare B S verſo H. Dico, che la B C via della ſceſa del ſuſſeguente piano non ſarà collocata nel medeſimo piano verticale A B S, ma declinerà da quello dalla parte dell' angolo ottuſo M B H. Di più dico, che la ſuſſeguente via della ſceſa B C coſtituirà angoli diſuguali con lo ſcaglione M L comun ſezione de' due detti piani.

Perchè

Dimostrazione.

Perchè la retta linea A B è la via della scesa del piano D M, il quale incontra il piano orizzontale nella retta linea N P, adunqne la A B costituirà in H angoli retti con la N P, ma per la supposizione la medesima retta A B H costituisce angoli obbliqui con la retta M L, adunque le rette linee N P, e M L non saranno parallele fra di loro, ma concorreranno dalla parte dell'angolo acuto H B L. Sia il concorso in O, e si congiungano le rette linee S H, S C, ed S O, e perchè per le rette linee H O, ed M O concorrenti nel punto O vengono tirati due piani, cioè quel dell'orizzonte per N O, e l'inclinato L F per la retta M L, adunque la loro comun sezione F G necessariamente dee concorrere con le due precedenti rette linee H O, M O costituendo tutte tre vn'angolo solido triangolare, ed il piano L F è più inclinato del piano D M, e cade oltre la perpendicolare B S verso H, adunque la retta linea F C O cade fra la N O, e la S O disegnata nel piano orizzontale dal piano, che passa per le M L, B S perpendicolare all' orizzonte. Di poi perchè nel triangolo B C O l' angolo C è retto, imperciocchè la via della scesa B C è perpendicolare sopra F G comun sezione del piano inclinato L F, e dell'orizzonte, adunque l'angolo C B O è acuto, e il suo conseguente C B M sarà ottuso. Di più perchè l'O H comun sezione del piano D M,

Coroll. del Cap primo.

e dell'orizzonte è perpendicolare all'H S, e parimente la comun ſezione O C è perpendicolare alla C S, ſicchè i due triangoli O H S, e O C S aueranno gli angoli S C O, e S H O retti: per la qual coſa i due rimanenti angoli di vn triangolo ſaranno vguali a i due rimanenti dell'altro. Ma è l'angolo H O S maggiore dell'angolo C O S, adunque l'altro angolo H S O ſarà minore dell'angolo C S O. Laonde la S C, e per conſeguenza il piano B C S cadrà oltre il piano verticale H B S verſo F, ſicchè la via della ſceſa B C viene à cadere dalla parte dell'angolo ottuſo M B H, il che ſi doueua dimoſtrare.

De gli effetti de' ripari, o peſcaie perpendicolarmente oppoſte alla corrente principale del fiume.

Cap. XIX.

Dichiarate queſte coſe paſſo à conſiderare gli effetti, che producono gli oſtacoli, o ripari piani, che ſi poſſono porre ne' fiumi, i quali in molti modi ſi poſſono variare, prima per cagione del ſito, cioè ſe ſono poſti in mezzo del fiume, o in vno degli eſtremi; potendo occupare tutta la larghezza

larghezza del fiume, o vna tal ſua parte, e queſta ſeconda ſi dice grandezza del riparo. Terzo per cagion della maggiore, o minore obbliquità, con la quale vi corre l'acqua contro. Quarto per ragion dell'altezza, potendo il riparo eſſer più alto del liuello dell' acqua, o pari, o pure inferiore.

E cominciando dal primo, ſia vn'oſtacolo, o riparo poſto nel mezzo del fiume diritto, doue la corrente è maſſima, che la riceua di petto, o ad angoli rètti, e non arriui à niuna delle ſponde collaterali, ma ſia da quelle egualmente lontano. Dico, che l'acqua vrtandoui non farà più forza verſo l'vna, che l'altra ſponda, e così potranno eſſere vgualmente percoſſe, perchè ò il riparo è più alto, e ſolleuato del liuello dell'acqua, e così la corrente dell'acqua, che l'vrta perpendicolarmente è neceſſitata à ribalzare all'insù, e ſalir qualche poco, e però ella ſino à certo ſegno s'innalzerà più nel mezzo che da'fianchi del riparo per due ragioni; prima perchè nel mezzo vi vrta l'acqua con impeto, ſecondo perchè la dett'acqua ſolleuata volendo liuellarſi ſcorrerà verſo i termini eſtremi del riparo, doue può auer l'eſito, e così ſi muouerà qualche poco verſo la deſtra, e la ſiniſtra con moto traſuerſale per iſcaricarſi: ma poi incontrando l'altr' acqua da' fianchi, che corre dirittamente per non eſſer' impedita, quella, che

 ſoprau-

sopravuiene verrà ad acquistare dall'vna, e dall' altra parte vna direzione obbliqua verso le sponde, con le quali vrtando, le potrà qualche poco offendere, secondo che l'impeto sarà maggiore, o minore, e secondo che vno degli argini sarà meno resistente, o robusto dell'altro. Se poi detto riparo sarà tutto profondato sotto il liuello dell'acqua, allora l'acqua inferiore, che non supera l'altezza del riparo, sarà solamente impedita, e farà gli effetti detti nel precedente caso facendo vn poco rinnalzar l'acqua nel mezzo: ma perchè la parte dell' acqua, che supera l'altezza del riparo non è impedita, verrà a precipitarsi verso la parte posteriore del riparo con maggior furia; sicchè in questo caso non si vedrà altro che vn poco di rialzamento, e poi vn corso precipitoso nell' acqua di mezzo. Se poi la detta pescaia occupasse tutta la larghezza del fiume, non farà altro ch'impedire il corso dell'acqua inferiore, formando vn letto al fiume più alto, il quale in poca distanza dal riparo, o pescaia, prima di trapassarla si spianerà, e sarà quasi parallela all'orizzonte, così richiedendo la natura dell'acqua procliue a liuellarsi; ma quell' acqua, che auanza la sommità dello scaglione, o è necessitata à cadere, o nò, nel primo caso produrrà quei caualloni, e ondeggiamenti strepitosi perpendicolari all'orlo, o scaglione del riparo, ma nel secondo caso baderà a correre direttamen-

te:

te: ma però sempr' è vero, che detti ripari dalla parte superiore del fiume verranno interrati, e maggiormente nel mezzo, che verso gli estremi del riparo, allorche egli è staccato da ambe le sponde, perchè l'acqua ritardata, ò immobile vi potrà deporre la torbidezza.

Degli effetti de' ripari, o pescaie obbliquamente opposte alla corrente de' fiumi.

Cap. XX.

SIA poi il fiume vniforme, e regolarmente diretto R S, nel quale sia vna trauersa, o pescaia E G P F, che sia vnita ad ambedue gli argini opposti, della quale il piano E H G F, sia a piombo, o perpendicolare al piano dell'orizzonte, ma il piano G P di là dal comignolo H G sia a scarpa pendente verso la parte inferiore del fiume S, e sia tal pescaia disposta obbliquamente alla corrente del fiume R L S, in manierachè faccia l'angolo R M H acuto, e il conseguente R M G ottuso. Debbonsi considerare gli effetti, che produce detta pescaia. Fig. XVI.

E prima il suo taglio, o orlo supremo G H sia parallelo al piano dell'orizzonte, e sia la via della

scesa

scesa del letto del fiume la R L S. Perchè la linea E F è pendente dal luogo superiore del fiume E verso F luogo più basso posto verso la parte inferiore del fiume S ; ma la retta linea G H è parallela all' orizzonte , perciò il piano del muro della pescaia E F G H non sarà parallelogrammo , ma vn trapezio più spazioso dalla parte F G , e più ristretto in E H verso la superior parte del fiume . Per la stessa ragione il piano G P di là dal comignolo sarà anch' egli trapezio . Ora se noi intenderemo esser tirato per l' orlo H G vn piano parallelo all' orizzonte qual' è H I K G , questo senza dubbio segherà il piano del letto del fiume inclinato in vna retta linea , qual' è I K, e per le cose dette nel Capitolo decim' ottauo verrà ad esser formato vn frusto di piramide triangolare , le cui basi opposte saranno i triangoli F G K, & E H I. Supposte queste cose perchè l' acqua va scorrendo da R verso S sopra il letto del fiume vniforme , e regolarmente diretto , e incontrando l' ostacolo della pescaia dourà riempiere quella fossa , e liuellarsi , e spianarsi , rimanendoui stagnante per tutto lo spazio del detto frusto di piramide triangolare H I K G F E, e seguitando poi à venire nuoua acqua per le linee parallele alla R L M, sarà ella necessitata a scorrere sopra il piano d' acqua stagnante trapezio I H G K, il qual' è parallelo al piano dell' orizzonte , e però è necessario , che la

carriera

carriera dell'acqua si continui à dirittura per L M senza declinare à destra, o a sinistra dal piano verticale M S, che passa per la via della scesa R L M, e douendo poi precipitarsi dall'orlo supremo H G per lo susseguente piano G P, la via della scesa del quale sia M N, che essendo perpendicolare alla comun sezione del piano G P, e dell'orizzonte, sarà ancora perpendicolare alla G H, che è à quello parallela; Egli è certo che l'acqua eminente la quale caualca l'orlo dello scaglione H G, ò ella troua di la dallo scaglione l'acqua più bassa, o no. Se ella non è più bassa, non aueranno l'acque superiori caduta per esser rialzate l'acque di la dalla pescaia, e così quella sarà necessitata à scorrere, e continuar la primiera sua direzione R L S, ch'e la via più ripida, e pendente, che possa far l'acqua. Supponghiamo ora che l'acqua eminente A H G C per l'altezza dello scaglione debba precipitarsi. Dico, ch'ella caderà non per la primiera direzione M S, ne meno per M N via della scesa del secondo piano inclinato G P, ma patirà certa refrazione il primiero corso R L M S dell' acqua accostandosi alla M N perpendicolare alla G H, e questo succederà sempre, finchè il primiero impeto per la retta L M, si estingua affatto, il che succederebbe, quando l'acqua corrente con qualche velocità per R L per superar la sommità dello scaglione in M vi arriuasse co 'l risalto di ri-

flessione,

flessione, che suol far l'acqua quando il primiero corso da vn' ostacolo vien' impedito, perchè allora nel risalto, che fa all' insù a guisa di pendolo va successiuamente perdendo l'impeto precedente, e in somma per qualunque cagione l'acqua, che si parte dal termine M sia priua affatto dell' impeto precedente, cioè si parta dal termine della quiete, è necessario che muti direzione, e corra per la via breuissima della scesa M N, che per necessità dee esercitare nel susseguente piano G P. Ma se l'acqua arriuata in M ritiene tuttauia l'impulso precedente, in virtù del quale ella dourebbe continuare il suo corso per la retta M S, poichè l'impeto concepito da vn graue perseuera naturalmente, finchè da vna nuoua cagione non venga estinto; Adunque l'acqua dal punto M si scaglierebbe direttamente verso S, ma li soprauuiene vna nuoua cagione di rifletterfi per M N, che è la pendenza del nuouo piano inclinato G P. Adunque l'acqua si parte da M con due impulsi di muouersi per le direzioni di due rette linee M S, ed M N, ciascuno de' quali la tira à se, e perciò l'acqua non potrà totalmente vbbidire ne all' vno, ne all' altro impulso, ma sforzata da ambedue scorrerà per vna via di mezzo, qual'è M O, declinando verso quella parte, che più preuale; e perciò se l'impulso per L M sarà velocissimo, e il piano G P sarà poco decliue, pochissimo si rifrangerà il corso

corſo dell'acqua dalla retta MS, anzi formerà per aria vna via curua, e pe'l contrario, ſe il corſo per L M ſarà lentiſſimo, e pe'l ſuſſeguente piano G P precipitoſo, allora molto, e molto più il corſo dell'acqua ſi rinfrangerà verſo MN, via della ſceſa del ſeguente piano, benchè ella non vi arriuerà mai, eccetto quando fuſſe eſtinto l'impulſo per la primiera direzione L M.

Nel ſecondo luogo ſia la peſcaia, il cui piano del muro E G ſia vn parallelogrammo perpendicolare al piano dell'orizzonte vnito parimente agli argini oppoſti, e obbliquo alla corrente del fiume, la via della ſceſa del quale ſia R L S. Abbia poi la peſcaia vnito al comignolo G H il parallelogrammo G P, ma la ſua via della ſceſa Z N non ſarà perpendicolare à niuno de' lati oppoſti G H, ed V P, ma è neceſſario che l' angolo H Z N ſia ottuſo, e la via della ſceſa Z N cada di la dal piano verticale L Z S verſo P, come ſi caua dal Capitolo decimottauo. Ora in queſta ſorta di peſcaia ſi verifica parimente, che nello ſpazio anteriore l'acqua viene impedita, e cade come in vna foſſa, che non la laſcia correre dirittamente, e forma vno ſpazio di priſma triangolare obbliquangolo; il che per manifeſtare, fà di biſogno di concepire, che tutta l'acqua, che riempie il fiume ſia diuiſa in tante falde, o ſuperficie perpendicolari al piano dell'orizzonte, e diſteſe in lungo ſecondo la

Fig. XVII.

direzione del fiume, come per esempio, vna falda d'acqua aderente a tutta la superficie interna dell' argine A B, quand'ella fusse ristretta da vn' altro muro parallelo ad A B, sicchè vi rimanesse in mezzo vno strettissimo canale pien d'acqua perpendicolare all' orizzonte, egli è certo che la detta falda d'acqua aurebbe la sua parte inferiore triangolare I E H ripiena d'acqua stagnante, e sarebbe l'angolo E H I retto, essendo naturale all' acqua il liuellarsi. Ma l'eminente acqua dopo auer corso per A I, seguiterà a camminare orizzontalmente sopra I H, e poi si precipiterà per l'orlo della pescaia in H, verso la parte inferiore P. Ma quando tutto il fiume è pien d'acqua, vien' ella a far l'vficio del muro parallelo, e prossimo all' argine A B, sicchè necessariamente la detta acqua eminente verrà a correr sopra quella, che riempie il triangolo rettangolo E H I; questo stesso si può dire di tutte l'altre infinite superficie d'acqua parallele all' argine A B, quali son quelle, che correndo per R L, e C K riempiono i fondi de' triangoli Q M L, ed F G K, e perchè i detti triangoli rettangoli E H I, Q M L sono tutti simili, similmente posti, e paralleli fra di loro (perchè i lati omologhi, quali sono E H, Q M, &c. sono vguali fra di loro, e paralleli, per esser comuni sezioni de' piani verticali equidistanti, e del piano del muro E G), adunque tutti i lati omologhi H I,

M L,

M L, G K ſono paralleli fra di loro, e ſon collocati nel medeſimo piano, nel quale giace la retta G H. Adunque quelle tutte compongono vn ſol piano H I K G, il qual'è pendente da H I verſo G K, ch'è la parte più inferiore del fiume. In oltre ſe per il punto G nel piano E G ſi tirerà la G X parallela al piano orizzontale, e per il punto X la X I parallela ad H I, o vero a G K, e ſi congiungerà la linea T K, ſi ſarà formato lo ſpazio fruſto di piramide triangolare X T E F K G, il qual vano ſi riempierà d'acqua ſtagnante, la ſuperficie ſuperiore della quale ſarà il trapezio T X G K parallelo al piano orizzontale, ſopra del qual trapezio s'appoggia pendendo verſo G K l'eccesſo dell'acqua del priſma I H E F G K ſopra il ſuddetto fruſto di piramide d'acqua ſtagnante X T E F K G.

Suppoſto queſto conſiderando l'acqua, che ſcorre per le linee parallele ad R L, e che ſopravanza il priſma I H E F G K, è neceſſario, che le dett'acque pieghino qualche poco il loro corſo da L verſo la deſtra parte K G, verſo doue pende il piano ſoggetto I G d'acqua, che vien'impedita, ne può correre per le primiere direzioni; e perciò laſciata la primiera direzione L M, piegherà il ſuo corſo per L Z, e quiui caualcando la peſcaia, dourà di nuouo rifrangerſi il corſo dell'acqua verſo la nuoua via della ſceſa Z N dal co-

mignolo nel piano susseguente, e come si disse nel precedente caso, l'acqua correrà per vna linea Z O, che cade fra le rette linee L Z S, e Z N, e per altre à lei parallele, e questo era quello, che si doueua prouare.

Degli effetti, che producono i pignoni, che dall'argine si sporgono verso il mezzo del fiume costituendo angoli ottusi con l'argine dalla parte superiore del fiume.

Cap. XXI.

SI è veduto ne' capitoli antecedenti la cagione perchè i fiumi nel corso degli anni spontaneamente debbono mutar direzione, ora proporremo vn modo facilissimo da poter fare il medesimo effetto coll'arte, benchè paia incredibile, che le deboli forze vmane possano fare vn lauoro, che ricerca vna virtù immensa. Supponghiamo dunque il fiume R Z esser' vniforme, e regolarmente diretto, il cui fondo, ò piano sottoposto sia cretoso, o facile ad essere incauato. Aggiungasi poi all'argine A H vn' ostacolo, o pignone, qual'è B C, siasi egli murato, o di qualsiuoglia altra materia stabile,

Fig. XVIII.

ſtabile, ma diritto, e che faccia dalla parte ſuperiore del fiume l'angolo A B C ottuſo, e il conſeguente angolo C B H acuto, e primieramente la corrente dell'acqua, che vrta nel pignone B C non ſuperi l'altezza di detto pignone, e ſia B C tanto lungo, che s'approſſimi alla linea di mezzo del fiume. E' non ha dubbio che prima, che vi fuſſe il pignone B C, l'acqua ſcorrendo con pari velocità, e copia di qua, e di la dalla via di mezzo del fiume, benchè il ſuolo amouibile foſſe corroſo, ne riſultaua vn'alueo egualmente, e vniformemente incauato, e pendente dall'vna, e dall'altra ſponda verſo la linea di mezzo ſalendo con eguale inclinazione verſo gli argini oppoſti: ma aggiuntoui poi il pignone ſuddetto, le velocità delle parti del fiume, e le loro direzioni ſaranno molto diuerſe da quelle di prima; poichè l'acqua, che corre per la linea A B per l'intoppo del pignone poſto a ſeconda della corrente è neceſſitata a indirizzare il ſuo corſo verſo le parti E D C, doue l'obbliquità del pignone ſi dirizza, e doue il ſuolo è più pendente, e doue il peſo, e impeto della corrente la ſpigne. Ma perchè altre acque arriuano in E per la linea I E parallela ad A B, e queſte con impeto maggiore ſcorrono per eſſer più vicine alla linea di mezzo; adunque elle come più impetuoſe terranno in collo in E l'acque più pigre, che ſi conduſſero in B aderenti all'argine; e

Cap. VIII.

per

per la medesima ragione altre acque, che arriuano in D portate per la linea K D parallela all' argine molto più vicine alla linea di mezzo, e però molto più veloci, che non erano le precedenti, molto più terranno in collo l' acque di B E, e finalmente quelle, che arriuano in C estremo termine del pignone, terranno assai più in collo tutte l'altr'acque B E D. E perchè il fiume bada a correre, il liuello dell'acqua sarà rinnalzato per tutto lo spazio B E D C S ordinatamente, e perchè elle anno l'esito in C G, doue il liuello dell' acqua è più basso, essendo la corrente del resto del fiume non impedita; adunque l'acqua tenuta in collo, e solleuata nello spazio B C S, sarà necessitata a correre per isboccare, e condursi a' luoghi più bassi. E notisi, che non solo l'acque eminenti rigonfiate, ma ancora le basse, e profonde acquistano velocità maggiore dopo il rialzamento del loro liuello (come si dirà appresso) e però si accresce la cagione di scorrere l'acqua per B C strisciando la sua superficie. Oltr'à ciò è da considerare, che l' acque che vrtano sopra la faccia obbliqua B C del pignone per linee parallele ad A B debbono riflettersi ad angoli vguali à quelli dell'incidenza verso S F, ritenendo quasi l' istesso impeto di prima, e queste stesse linee dell'acque riflesse vengono ad esser ripiegate, e rispinte verso B C da tutta la corrente A B S L, sicchè tutta l' acqua B S C,

S C, viene ad eſſer come vna bietta compreſſa, come vn nocciolo fra le dita, dal priſma d'acqua A B S L, e dal pignone B C, e però ſucceſſiuamente verrà ſcacciata l'acqua C B S verſo S C, non potendo ella patir condenſazione. Adunque per queſta nuoua cagione dourà più efficacemente l'acqua vrtare, e ſtriſciare la faccia B C del pignone. Di più perchè l'acqua, che ſcorreua per tutta l'ampiezza del fiume B F, e ſi ſcaricaua nella larghezza inferiore H M, ora per l'oſtacolo B C non può ſcorrere, e ſcaricarſi ſe non per lo ſpazio ſtretto C G, Adunque è neceſſario che l'acque di tutto lo ſpazio B F G C rigonfino, e queſte dopo la ſtrettezza dell'eſito C G trouando lo ſlargamento, ed empiezza G C H M, e volendo elle liuellarſi, è forza che ſi abbaſſino notabilmente ſotto lo sboccamento C G. Laonde l'acqua rigonfiata da C G, ſi precipiterà verſo il baſſo con corſo velociſſimo, il quale applicato al peſo, ed energia di tutta l'acqua, che vi corre, vrterà veementemente il ſuolo, o letto del fiume ſottopoſto a G C poco lontano da tal ſito, e quiui ſcauerà il terreno mobile, il quale ſcauamento cagionando maggior precipizio, e velocità all'acque, che cadono da G C, però ſcemando quiui la mole dell'acqua, potranno commodamente l'altr'acque rigonfiate B S C lungo il pignone B C cadere anch'elle per il precipizio C G, e correrui, e nel

correre,

correre, che fanno aderente al pignone, ſtriſceranno la ſua ſuperficie, ma molto più la punta C, e però ella ſarà più ſcalzata del reſtante del pignone, e verrà à formarſi il ſuolo aderente al detto pignone molto pendente, e incauato verſo il ſuo termine C, poichè l'angolo ottuſo B non ſolo vien poco, o nulla ſtriſciato, ma è ragioneuole, che vi rimanga molto impoſtime, per eſſer più che altroue ritardata l'acqua in dett'angolo. Oltr'a ciò perchè l'acqua come gli altri graui preſo che ha vn'impeto non lo laſcia ſubito, e continua ella a mouerſi per quella direzione, che aueua prima incominciato, adunque l'acqua, che correua lungo lo ſcaglione B C manterrà la dirittura del precedente corſo, e benche ella ſia alquanto deuiata dal corſo delle rimanenti acque L C G F, non però quella prima velocità verrà eſtinta affatto, ma d'ambedue ſe ne comporrà vna terza direzione C N, che ad angoli più acuti incontrerà l'argine oppoſto F N P, percotendolo con grand'impeto in N, il che maggiormente dourà ſeguire per vn'altra ragione, e ſi è, perchè la corrente impetuoſa, che paſſa per lo ſtretto G C, notabilmente auerà ſcauato, e affondato il ſuolo ſuſſeguente C G M, e per lo contrario la parte oppoſta C H B non ſolo non potrà eſſer corroſa, ma biſogna che molta torbidezza vi s'imponga per cagione della poca corrente, che ha l'acqua di la dal riparo del

Cap. VII.

pignone:

pignone: il perchè il letto del fiume oltre la sboccatura C G sarà diuenuto alto verso B H, e molto depresso, e scauato in G M, sicchè oltre la direzione dell'acqua, che striscia lungo il pignone B C, aggiuntaui la pendenza, e decliuità del letto del fiume incauato verso l'argine G N P, l'acqua corrente vrterà con l'impeto di energia, e di moto attuale il detto argine G N P, il quale se sarà di terra amouibile, verrà corroso, e vi si farà co'l tempo vn gran seno tortuoso, qual'è M N O, e s'egli per auuentura fusse di muro poco resistente, o pur fabbricato su la rena, e terreno cretoso, sendo sempre più scalzato, e tormentato dalla detta corrente, potrà facilmente rimaner senza fondamento sospeso in aria, e poi piegarsi, e rouinare, e continuando la medesima corrente per le medesime ragioni à dilatar l'apertura, buttando à terra maggior parte di muro, e poi rodendo il conseguente terreno mobile, verrà a formarui vn capace seno M N O, pe'l quale indrizzandosi la corrente del fiume, lo farà diuenire incuruato, e tortuoso. E se poi la corrente riflessa verso l'argine opposto A B H ne' luoghi più bassi, come in Q vi facesse (com'è verisimile) altri seni, e così successiuamente, potrà in progresso di tempo tutto il fiume diuenir serpeggiante, la qual cosa benche sia opera, che di gran lunga ecceda la virtù, e forza vmana, tuttauia ei si vede essere stata cagionata da

quel debole riparo del pignone B C, il quale a guisa del timone d'vna gran naue industriosamente necessita l'acqua con la sua immensa forza, ed impeto a correre, rodere, scauare, e precipitar' edifici saldissimi, e mutare il corso d'vn'intero fiume, cosa veramente, che ha del marauiglioso, come sono molte altre cagionate dall' intelletto vmano, benchè egli sia fornito di forza inferiore di gran lunga à quella di tanti animali vasti, e a quella de' venti, dell'acqua, e della terra. Sia finalmente la sommità del pignone B C, più bassa del liuello dell'acqua; non ha dubbio, che l'acque inferiori, le quali vrtano nella faccia del pignone, si rifletteranno, e striseeranno il detto pignone, rimanendo più potenti le cagioni di prima, e però sarà quasi gli stessi effetti. Restano ora da considerarsi l'acque, che scorrono sopra l'orlo del pignone, e queste mentre sono contigue a dett' orlo, patiranno qualche refrazione verso l'argine B H per le ragioni dette di sopra: ma l'acque più eminenti, e lontane da detto orlo continueranno il loro corso diritto parallelo all' argine A H, benchè con moto più tardo delle contrapposte acque copiosissime, che scorrono verso l'argine F N.

Cap. XX.
Cap. XVII.

E però degno di considerazione l'effetto del refrangersi l'acqua verso l'argine B H, quando il pignone sarà angolo ottuso col medesimo argine dalla parte superiore del fiume, poichè in alcuni

casi

casi si riuolterà la corrente nel caualcarlo, con impeto notabile verso detto argine à danneggiarlo, e questo sempre più, e più quanto maggiore sarà detto angolo ottuso, come per lo contrario quanto l'angolo sarà meno, e meno ottuso, tanto minore sarà l'offesa, finchè ridotto ad esser retto cesserà affatto il danno.

Degli effetti, che producono i Pignoni quadri, che dall'argine si sporgono verso il mezzo del fiume costituendo angoli acuti, o retti con l'argine dalla parte superiore del fiume.

Cap. XXII.

BEnchè questa sorta di pignoni, de' quali ora dobbiamo trattare, non abbia molto vso, e sia il più delle volte molto dannosa, è però vtile a far intendere la natura di quelli, che si douranno da noi adoperare. Sia dunque lo stesso fiume vniforme, e regolarmente diretto R Z, e da vno degli argini A H si continui il pignone la cui *Fig. XIX.*

M 2 faccia,

faccia, cioè, il parallelogrammo B C sia eretta perpendicolarmente al piano dell' orizzonte, e faccia con l'argine l'angolo A B C prima acuto, poi retto dalla parte superiore R del fiume, e il liuello dell' acqua sia più basso dell'orlo supremo del pignone B C. Dico, che non patirà il pignone notabile spinta, ed vrto dalla corrente, ne punto sarà scalzato, fuorchè nel suo estremo termine O C, e questo minimo danno maggiormente dourà succedere, quando il pignone è perpendicolare all'argine. Oltr'a ciò nello spazio A B C gonfierà l'acqua, e si rialzerà, e acquisterà vna riuoluzione contraria al corso del fiume, ma indirizzerà la corrente principale del fiume ad vrtare nell'argine contrapposto, ed il letto del fiume si rialzerà, e riempierà dalla parte del pignone, ma sarà corroso, e incauato dalla parte opposta.

Perchè l'alueo del fiume vniforme, e regolarmente diretto pende da R verso 'l pignone B C, e l'acqua, la quale si parte da R luogo alto verso B C G corre con egual velocità dall'vna, e dall' altra parte della linea di mezzo R Z, adunque è necessario, che quella parte, la quale vrta nel pignone B O C portata per linee parallele ad A B arriuata vicino al pignone si liuelli. Di più è necessario, che dopo esser liuellata, gonfi l'acqua, poichè per le linee più vicine alla linea di mezzo R Z l'acqua correndo più impetuosa, che per le linee

Cap. VIII.

nee più lontane, vien' a tener in collo quell'acque, che son più vicine all'argine A B, di più perchè per l'obbliquità della faccia del pignone, che fa l'angolo L C B ottuso, è necessitata l'acqua, che vi corre su per le linee L C, K D, &c. a rifletterſi verſo l'argine A B, e queſt' acque rifleſſe trouano meno reſiſtenza, quanto più s'auuicinano all'argine A B, poichè K D corre meno furioſa che L C, & I E meno impetuoſa che K D; però è neceſſario, che con lentiſſimo moto l'acqua giri da C per P, ſeguitando la riuoluzione con moto contrario al fiume da P verſo Q, che è proſſimamente il confino, doue l'acque B Q ſi ſpianano, e ſi liuellano, e queſto ſuccede ſi perchè lungo l'argine la corrente da A, in B è deboliſſima, ſi perchè l'acqua contenuta nello ſpazio B Q C vien' a formare com' vn' argine d' acqua Q O, nel quale vrta la corrente diretta parallella ad A B. Arriuata poi l'acqua in Q, parte ſi confonde con la nuoua corrente, e ritorna verſo il pignone, parte ſi libera da quel laberinto, e ſcorre aderente all'argine d'acqua Q O, e qui è da auuertire come lungo la ſuperficie Q C d'vn nuouo pignone Q O C fatto d'acqua quaſi ſtagnante, che fa angolo ottuſo con l'argine dalla parte ſuperiore del fiume, vi ſcorre l'acqua compreſa fra le parallele L C, & A Q, e perchè nello ſpazio Q B C pieno d'acqua

qua quasi ferma non vi può penetrare la sopravegnente acqua R A Q C, adunque questa non si può condurre tutta intera ad vrtare nel pignone B C, ma solamente qualchè piccola parte sparsa, come vna nebbia frà le parti dell' acqua Q B C quasi stagnante; Sicchè la maggior parte dell' acqua corrente R A Q C vrta nella superficie Q C dell'acqua Q B C, la quale le serue come di guanciale cedendo alle percosse co'l solleuarsi sopra il proprio liuello per tutto lo spazio Q C B. Laonde è manifesto, che il Pignone B C O non sarà gran fatto vrtato dalla corrente, ne maggior fatica dourà durar di quella, che basta per resistere all' appoggio impetuoso dell'acqua Q C B. Di più non potrà il medesimo pignone essere strisciato dalla corrente, perchè l' acqua non viene da B verso C: ma per lo contrario lentissimamente si muoue da C verso B, douendo salire verso l'argine, doue il letto si và solleuando, ma poi sarà massimamente vrtato, e corroso l'estremo suo termine O C dalla rapidissima corrente, che lo striscia: è ben vero che tal' vrto verrà alquanto mitigato dalla propensione, o peso dell' acqua Q B C verso le parti C O. Finalmente essendosi formato vn nuouo quasi pignone d'acqua Q C O à seconda del fiume, farà gli effetti dichiarati nel Capitolo antecedente, cioè, auuierà la corrente principale à vrtar l'argine contrapposto

trappofto F N con tutte le circoftanze già dette, ma meno efficacemente di quel, che faceua il pignone a feconda di materia dura, e refiftente. Egli è però fopratutto da auuertire, che lungo il pignone B C O dalla faccia dauanti, e di dietro l'acqua torbida imporrà affai, per effer quiui quafi ftagnante, e però il letto fi anderà riempiendo, e rialzando.

Cap. VII.

Non poca chiarezza riceueranno le cofe dette fin'ora, confiderando gli effetti del pignone B O, quando egli farà angoli retti con l'argine, o con la corrente L C, che però ci faremo alquanto più da capo. Nel letto del fiume vniformemente pendente da A R verfo il pignone B C O, l'acqua, che fcorre per le linee I E, K D, L C parallele fra di loro, e all'argine, non effendo vn corpo duro, benchè fia trattenuta dall'impedimento del pignone non potrà formare vn prifma continuato come vna traue immobile per tutta la lunghezza del fiume dal pignone insù; ma per lo contrario l'acqua, per effer fluida, maffimamente fubdiuifa, e diftraibile vediamo, che poco lontano dallo fcaglione vi corre all'incontro con tanta pendenza, e furia, come fe tale fcaglione non vi fuffe, fegno ch'ella non fente per ancora la forza dell'oftacolo in tanta lontananza, mentre la linea della pendenza del fiume viene ad effer più alta dello fteffo pignone.

Fig. XX.

Suppofto

Supposto questo consideriamo, che dopo esser per la prima volta ripieno tutto lo spazio C B A L d'acqua, volendo venirne dell'altra per le stesse linee I E, K D, L C (come è certo, che vi viene, e l'esperienza lo mostra) questa non potendo seguitare à rialzarsi, è necessario, che si scarichi pe'l luogo basso O G, doue può auer l'esito. Adunque l'acqua, che corre per I E vicina all'argine per iscaricarsi, dourebbe far'il viaggio incuruato I E C; ma tale strada è impedita per due cagioni, prima per esser ripiena tutta delle prime acque, seconda per l'impeto maggiore, che ha l'acqua, che soprauuiene per le linee L C, e K D, più vicine alla via di mezzo del fiume, per la qual cosa ella si fermerà in E, e lo stesso dourà interuenire ad altr'acqua, e soprauuenendone delle nuoue per A Q, I P, queste per iscaricarsi si auuieranno per la più breue strada, che trouano per condursi al basso della sboccatura C G, e però è forza che si appiglino ad vna strada obbliqua, qual'è Q C, e così verrà a rimanere nel cantone B quasi vn prisma d'acqua stagnante, il quale auerà vna superficie d'acqua C O Q, lungo della quale vi scorrerà tutta l'altra acqua, che soprauuiene fra le parallele A Q, L C.

E qui facilmente si comprende, che quando l'angolo A B C è retto, allora cessa la principal cagione di riflettere l'acqua verso l'argine, douendosi

dosi

dosi far la riflessione per le stesse linee dell' inci. denza L C, K D, le quali sono perpendicolari al pignone B C: e però non vi è ragione, perche l'acqua debba girare per C E Q, se non forse poco, e debolmente: ma dourà ad ogni modo gonfiar l'acqua, e rialzarsi nello spazio B C Q, rimanendoui quasi immobile, per esser tenuta in collo da quelle, che sono più impetuose, le quali corrono più vicine alla linea di mezzo R Z. Ora in questo caso piccola sarà la mole dell'acqua stagnante B Q C, e però poca difesa sarà al pignone B C contro gli vrti perpendicolari, e più impetuosi della corrente superiore. Per la qual cosa sarà tal pignone più tormentato, e meno atto a resistere, massime verso la punta C O. Ritiene anco questo pignone l'vltima condizione di cagionare quasi vn nuouo pignone d'acqua Q C posto a seconda del fiume, in virtù del quale inuierà la corrente contro l'argine opposto F N, ed il suolo si anderà solleuando, e interrando dalle torbide lungo l'argine A H dinanzi, e di dietro al pignone B C per esser l'acqua in que' luoghi quasi stagnante.

Cap. XXI.

Cap. VII.

Supponghiamo nel secondo luogo, che il liuello dell'acqua del fiume sia più alto, e solleuato, che non è l' orlo supremo del pignone B C, egli è manifesto, che l'acque, le quali non auanzano l'orlo del pignone, faranno i medesimi effetti no-

tati nel primo caso, perche rimangono le medesime cagioni; ma l'altr'acque, che immediatamente soprastanno all'orlo del pignone, douranno seguitare il loro corso diritto, quando il pignone è perpendicolare all' argine, ma quando egli forma l' angolo acuto A B C allora il corso dell' acqua si rinfrangerà qualche poco verso la linea di mezzo del fiume R Z. Passando poi all' acque più eminenti, queste continueranno il lor corso diritto parallelo all' argine, ma più lento dalla parte del pignone, che dalla parte opposta, e la maggior varietà ch'iui si potrà osseruare, saranno alcuni caualloni, o ondeggiamenti nel luogo soprastante al pignone.

Cap. XIX. XX.

Cap. XVII.

Finalmente è da notare, che tutte le cose da noi generalmente pronunziate, debbono poi adattarsi a' casi particolari, con quell' eccezzioni, e varietà, che richiede la diuersità del suggetto, perche elle si verificano, e succedono non in tutti i fiumi indifferentemente, ma solamente in quelli, che son perpetui, e anno il corso continuato, e che nelle piene portano rena, e ghiaia minuta: ma ne' torrenti precipitosissimi, i quali portano sassi grossi, e alberi, sarà il pignone B C O più tormentato, e scosso, e però aurà bisogno di maggior robustezza, e difesa; perche ne' fiumi ordinari l'acqua della piena va innalzandosi insensibilmente con falde sottilissime, le quali

poca

poca ſpinta, e forza poſſon fare: ma ne' torrenti vien taluolta vn monte d'acqua tutto inſieme ad vrtare, e ſpignere la faccia B C O del pignone. Di più i ſaſſi grandi, che ſi precipitano per le linee L C, K D, non potranno eſſer' impediti dall' acqua ſtagnante B Q C, ma ritenendo l'impeto concepito correranno a picchiare, e sbattere il detto pignone. Gli alberi poi, che galleggiano, poſſono non ſolo vrtare, ma anco rimaner' inuiluppati con le loro barbe, e rami al detto pignone, e però ſtrauagantemente lo ſcuoteranno. Adunque per difenderſi da' ſaſſi, ſi potrebbe far dauanti al pignone vna ſcarpa, nella quale vrtando il ſaſſo, ſarà trattenuto, e così il detto pignone col tempo verrà fortificato da i medeſimi ſaſſi, e ghiaia ſempre, e ſempre più. E contro gli alberi baſta fare il pignone baſſo, forte, e puntellato dalla banda di dietro. Queſta ſorta di pignoni ſerue rare volte, come ſi diſſe da principio, ma però in alcuni caſi è vtiliſſima.

Degli effetti, che producono i pignoni triangolari, che dall' argine si spargono verso il mezzo del fiume sceman-do la loro altezza a scarpa, e costituendo angoli acuti con l' argine dalla parte supe-riore del fiume.

Cap. XXIII.

FIN' ora si sono arrecate molte cose in ordine a quelle, che aueuano a venire, vna delle quali, e la principale sarà la forma de' pignoni, che in questo capitolo si anno a dichiarare. Per intelligenza.

Sia di nuouo lo stesso fiume vniforme, e regolarmente diretto R Z, e dall' vno degli argini AH si continui il pignone triangolare B C E eretto perpendicolarmente al piano dell' orizzonte, la cima, e orlo del quale dall' argine in B vada calando a scarpa, finchè il suo termine C venga interrato sotto il letto verso il mezzo del fiume, e faccia con l' argine l' angolo A B C acuto dalla parte superiore del fiume. Dico, che tal pignone pochissimo sarà scosso, e tormentato dalla corrente, fuorchè nella punta estrema C, e non solo non sarà scalzato, e corroso, che per lo con-

Fig. XXI.

trario

trario dourà, esser co'l tempo sotterrato nella belletta, e auuierà la corrente principale ad vrtar l'argine contrapposto. Le quali cose per mostrar con chiarezza supponghiamo, che l'acque del fiume vadano successiuamente crescendo, e solleuando il suo liuello dall' infimo termine C E del pignone, salendo, e rialzandosegli attorno, che è lo stesso, che considerare diuersi suoli; o liuelli dello stesso fiume. Scorra l'acqua per la linea M C, e per altre parallele fra di loro, e all'argine, le quali tutte s'intendano collocate nello stesso liuello dell' acqua del fiume. Egli è manifesto per le cose dette nel Capitolo precedente, che l'acqua, la quale corre per M C incidente con vn'angolo M C E ottuso co'l pignone, dopo esser rigonfiata, dourà necessariamente reflettersi, e scorrere lentamente lungo il pignone da C verso E, e poi girar verso il supremo termine T, finchè l'vrto della corrente A T non la ferma; e così dopo esser ripieno, e ricolmato d'acqua lo spazio C E T, la corrente diretta compresa fra le parallele M C, e A T viene ad vrtare in vn nuouo pignone d'acqua T C, che le serue come di guanciale posto a seconda del fiume; perche egli fa l'angolo ottuso A T C con l'argine, e sopra il detto pignone T C l'acqua A T C M, che continua a correrui, è necessitata a sgrauarsi verso le parti più basse C D G, essendo naturale all'acque di andar

andar sempre ne' luoghi più bassi, non di salire. Nel medesimo modo l'acqua più solleuata, che scorre per la linea L N, si rifletterà da N verso P, e con moto lento girerà per N P V, e riempierà, e colmerà vn'altro spazio, formando vn' altro pignone a seconda del fiume, qual'è V N. E perche la L N come più lontana dalla via di mezzo, è meno veloce, che non è M C, adunque il corso N P V sarà più lento, che non era quello di C E T. Ma l'impulso contrario per A V, è quasi egualmente veloce a quello che si fa per A T, essendo ambedue egualmente lontane dalla via di mezzo. Adunque l'impulso per A V ha maggior proporzione alla minor velocità di P V, che non ha alla velocità maggiore di E T, e però molto prima sarà superato, e s'estinguerà il moto lento per P V, che non fu estinto il moto per E T. Per la qual cosa la girata P V sarà più breue, che non era E T. Per la medesima ragione in tutti gl'altri punti dell'orlo del pignone, il liuello d'acqua si rifletterà girando sempre più lentamente quanto più s'auuicina alla sommità B: e però la girata I Q X sarà minore dell'N P V; Sicchè verso B sarà nulla, e tutti i termini delle girate T, V, X, B saranno costituite in vna medesima linea T B. Laonde dopo esser l'acqua del fiume alzata, e ripieno tutto il letto fino a B, tutto il cumulo dell'acqua ricolmata, e che

gira

gira dall' orlo del pignone C B per l' angolo acuto, ch' egli fa con l' argine, riuoltandosi contro la corrente del fiume formerà quasi vna piramide d' acqua B C T E trattenuta con lentissimi giri, la quale costituisce vn nuouo letto d' acqua triangolare B T C inclinato, e pendente verso R Z, e sopra tal letto scorre vn corpo d' acqua compreso dalle linee A B, A T, M C, e questo non potendo penetrare ad vrtare la superficie B C E del pignone se non spargendosi fra i minimi componenti dell' acqua a guisa di fumo, o nebbia, non potrà scuotere il detto pignone, ma solamente scorrerà strisciando, e rodendo la superficie B T C della stess' acqua, la quale niente importa, che sia corrosa, e il taglio B C del pignone nulla può patire dal contatto supremo dell' acqua, che non percuote la faccia, o superficie del detto pignone E C B. Dal che si raccoglie che la superficie, o faccia B C E del pignone è impossibile che sia strisciata dalla corrente, poich' ella non vi corre, anzi con lentissimo giro si muoue all' insù, ch' è quasi lo stesso, che se fosse stagnante, e però è impossibile, che sia scalzato: ma ben dourà in tempo di piene deporuisi molta belletta, e solleuar tutto 'l suolo E C T. Vero è che la punta C del pignone sarà notabilmente scalzata, perche quiui la corrente è gagliardissima; in virtù della quale l' acqua rodendo il suolo

lo, le toglie il fondamento, e tormentandola con gli vrti, la può rompere, e ſcantonare. Ma queſti danni quanto debbano ſtimarſi in paragone de' beni, che producono i pignoni diſpoſti in queſta forma, e in che maniera poſs' anche prouederſi, acciocchè le dette punte non ſieno roſe, ſe ne diſcorrerà appreſſo; ma in tanto deeſi molto ben notare, che l'acqua non può in niuna maniera ſtriſciare, e ſcalzare il pignone B E C per tutta la ſua lunghezza verſo E, ancorchè nello ſpazio C E T vi fuſſe già qualche buca, o fondo, poichè prima di cader l'acqua dal termine C, dee riempiere tutto quel fondo, e tanto è che in detta buca vi ſia acqua, che terra, quando ella è ferma, e ſtagnante.

Per intender poi quel, che dourà ſeguire oltre allo ſcaglione dalla parte E O inferiore del fiume, dobbiamo di nuouo conſiderare il progreſſo del creſcer della piena, figurandoci, che il liuello dell'acqua ſia giunto a qualſiuoglia retta linea M C O, e allora per l'impedimento dell' acque T E C trattenute, e rialzate dal pignone, le nuoue acque, che giungono per lo ſpazio A T C M, è neceſſario, che ſi rialzino ſopra il liuello di quell' acque, che liberamente ſcorrono fra M C, e l' argine oppoſto F G. Adunque quelle ſi precipiteranno verſo le parti baſſe C D G, le quali verranno anche rialzate per la

giunta.

giunta di dette acque venute di trauerso, e tutte queste insieme douendosi scaricare per lo stretto C D, in vno spazio ampio G E, è forza, che si sbassi la loro altezza; e notisi, che l'acque, le quali da C debbon correre dalla parte di sotto aderenti al pignone C E, non anno altr'impeto, che quello, che porta la necessità di liuellarsi vn sottil velo d'acqua, il quale di ritorno, e stracco, dee salire a riempiere la parte C E, perchè l'impeto impresso, co'l quale sbocca da C D, non solo non l'auuia per C E, che per lo contrario egli s'indrizza da C, verso O, declinando anche qualche poco dal suo corso diritto verso l'argine opposto D G N, e questo succede la prima volta nel crescere della piena; ma dopo esser riempiuto lo spazio C E O d'acqua, è necessario che vi rimanga quasi stagnante, perchè la susseguente acqua, che viene per lo stesso liuello M C O, continua il suo diritto cammino, non auendo bisogno d'vscir di strada per riempier d'acqua lo spazio C E O, che per auanti era già ripieno. E douendosi dir lo stesso di tutti gli altri liuelli, che va acquistando l'acqua della piena, passato il pignone, è forza, che vi rimanga come vna piramide triangolare d'acqua quasi immobile, qual'è B C E O, la superficie della quale B C O, forma vn letto anch'ella pendente, e inclinato verso il mezzo del fiume la faccia della quale farà angoli con l'altra T B C.

O E qui

E qui ſono da auuertire due coſe; prima che nello ſpazio C E O, ſi dourà imporre molta belletta, perchè quiui l'acqua vi rimane quaſi ſtagnante riparata dal pignone; la ſeconda ſi è, che il nuouo letto d'acqua B C O, pendente verſo il mezzo del fiume neceſſariamente auuierà la corrente principale di tutto il fiume contro l'argine oppoſto D G, perchè ſcorrendo ella ſopra vn piano pendente, e inclinato verſo l'argine D G, l'impeto d'energia, o peſo dell'acqua ſi dirizzerà ad angoli acuti contro l'argine D G, e aggiuntaui la furia del moto attuale, verrà l'acqua grandemente a tormentare, ſtriſciare, e rodere l'argine contrappoſto D G. Tutte le quali coſe ſi doueuano da noi prouare.

Cap. XV.

Delle

Delle proprietà de' pignoni triangolari, che dall' argine pendono a ſcarpa verſo il mezzo del fiume riceuendo la corrente ad angoli retti.

Cap. XXIV.

PErchè bene ſpeſſo negli angoli, o ne'ſeni delle ſuolte de' fiumi, e ne' luoghi doue ſia ſcarſezza di materiali è neceſſario fare i pignoni perpendicolarmente eleuati ad vno degli argini, o alla corrente del fiume, dourà anche intenderſi la loro natura, e gli effetti, che douranno produrre: però ſupporremo, com' altre volte s' è fatto, che il fiume R Z ſia vniforme, e regolarmente diretto, *Fig. XXII.* o pure ſolamente nella linea di mezzo ſia più incauato, che non è dalle bande, e per conſeguenza vi correrà più velocemente, e che ad vno degli argini A B H ſia vnito il pignone triangolare B C D, che coſtituiſca con l' argine, e con la corrente del fiume, o pur con la corrente ſolamente angoli retti, e vada l' altezza del pignone ſucceſſiuamente ſcemando, e inclinandoſi da B, verſo C, in maniera, che 'l ſuo termine eſtremo C, venga à eſſer ſotterrato nel letto, o ſuolo del fiume.

Dico, che tal pignone fermerà immobilmente nel ſuo angolo interno E D C vna quantità d'acqua in forma di piramide triangolare, della quale vna delle ſue facce eſterne penderà verſo l'argine oppoſto F G, e auuierà la corrente ad vrtare, e ſcauare l'argine contrappoſto, mentre che il ſuolo aderente al pignone dauanti, e di dietro andrà riempiendoſi, e rialzandoſi.

Intendaſi il liuello dell' acqua del fiume mentre creſce, con la piena eſſer' arriuato ad intaccare la punta C, del pignone, è manifeſto per le coſe dette nella ſeconda parte del Capitolo ventidue, che la falda, o ſuolo d'acqua, che corre da R I, verſo'l pignone, compreſa fra le linee parallele R C, e I D, farà il priſma triangolare d'acqua ſtagnante E D C, e ſcorreranno le ſoprauegnenti acque lungo l'orlo, o pignone d'acqua ſtabile E C. Salendo poi il liuello del fiume al ſegno S, la falda d'acqua, che corre fra le parallele P S, e X Q, farà vn' altro priſma triangolare d'acqua ſtagnante, la cui baſe farà il triangolo S Q X, quaſi ſimile, ma più piccolo del triangolo C D E, perchè il lato S Q è minore del ſuo omologo C D. Nel medeſimo modo il liuello dell'acqua più alto, che corre fra le parallele K O, e V L, farà il priſma triangolare d'acqua ſtagnante, la cui baſe farà il triangolo O L V, minore del triangolo S Q X, e così ſucceſſiuamente; ſicchè dopo ſolleua-

ta la

ta la piena fino a B, gl'innumerabili prismi triangolari d'acqua stagnante collocati i minori sopra i maggiori ordinatamente comporranno vna piramide triangolare B C E D d'acqua stagnante, della quale la superficie triangolare B E C sarà vn piano d'acqua stabile, e ferma, benchè sia pendente da B, verso E C, e perchè non può formarsi la detta piramide d'acqua stagnante B E C D, se non quando l'acqua del fiume si è solleuata, ed ha ripieno tutto il suo letto fino all'orlo supremo A B dell'argine, adunque allora si sarà anche formato vn prisma triangolare d'acqua mobile compreso da' piani, che passano per le linee parallele A B, I E, R C, la cui base è il triangolo B E C, e quest'acqua mobile viene à esser collocata, e vien'a scorrere sopra il piano B E C, pendente verso il mezzo del fiume. Oltr'à ciò dalla parte di sotto del pignone B C D verso Z H, viene a formarsi (come si disse nel precedente Capitolo) vn'altra piramide triangolare d'acqua stagnante, qual'è C B D M; sopra la superficie stabile, e pendente B C M, della quale vi scorre l'acqua, che caualca il pignone. Vi è anco il prisma d'acqua mobile, che scorre liberamente senza essere impedito dal pignone, il qual'è compreso dal piano pendente A B C R, e da tutto il resto del letto del fiume fino all'argine F G, e tutta quest'acqua vnita à quella del prisma triangolare,

la

la cui base è B E C, e i lati sono A B, I E, R C, è necessitata à passar per lo stretto B C G, per condursi poi nello spazio largo M N, e però con la forza del moto attuale, e di energia, o grauità mentre corre da R, verso Z, pendendo verso l'argine F G, viene à violentare, vrtare, e strisciare non solamente il suolo, o letto C G, ma ancora l'argine opposto F G N. Finalmente rasente lo scaglione dinanzi, e di dietro per tutto lo spazio E B C, e M B C, perchè l'acqua non vi corre, ed è quasi stagnante, dourà imporre co'l tempo molta belletta, la quale successiuamente andrà sotterrando il pignone per tutta la sua lunghezza, eccettochè nella punta C, la quale sarà notabilmente strisciata, e corrosa molto più di quel che suol fare, quando i pignoni sono vniti all'argine ad angoli acuti, e questo segue, perchè l'incidenza dell'acqua, e di qualsiuoglia altro graue ad angoli retti è la più veemente, e gagliarda di qualsiuoglia altra incidenza fatta ad angoli obbliqui.

Cap. XV.
Cap. VII.

Et in questi pignoni triangolari parimente dobbiamo notare, che ne' torrenti precipitosi si douranno fare più resistenti, e alzarui la scarpa dalla parte E B C, per difenderli dagli vrti de' sassi grandi, ma non auran bisogno d'esser molto difesi da' legni, e alberi, che scorrono à galla pe'l fiume, perchè il liuello supremo è più basso verso il mezzo doue corre più velocemente, che dalle bande,

bande, e però i legni, che vi galleggiano scorreranno da se verso la linea del mezzo del fiume, doue il liuello dell'acqua è più pendente, e basso: ma in tali luoghi la punta C, del pignone non vi arriua, ed è tanto bassa, e interrata che i legni galleggianti nella remota sommità del fiume non potranno toccare il pignone, ne auuilupparuisi con le loro barbe; sicchè la figura stessa triangolare del pignone B D C è sufficientissima difesa contro i legni, e alberi, che portano i torrenti.

Delle cagioni, perchè alcuni ripari de' fiumi benchè robusti sieno in ogni modo rouinati.

Cap. XXV.

Douendosi ora trattare de' ripari de' fiumi, debbonsi prima intender le cagioni degli errori forse non auuertiti per lo passato per poterli fuggire prima che insegnare i veri, ed vtili rimedi. Auendo veduto rouinare alcuni argini de' fiumi si sono altri persuasi, ciò esser' interuenuto per la debolezza di detti argini, e però si sono ingegnati di rifarli nel medesimo luogo più robusti, e forti di prima, o con porui sassi sciolti, o con palificate saldamente fitte nel terreno, o con fabbri-

cà

ca di muraglie saldissime, e in ogni modo si è veduto in pochi anni rouinar di nuouo tutto il lauoro, benchè fatto con immensa spesa. Da questo n'è risultato vn concetto volgare, che la forza de'fiumi, sia quasi insuperabile, poichè non se le può resister ne meno con edifici, e muraglie stimate stabili per secoli interi. Ma così fatto inganno non mi par degno di scusa, perchè nel medesimo tempo, che l'argine di muro grossissimo non potè resistere all'impeto del fiume, bene spesso si è veduto il collaterale, e 'l contrapposto argine benchè di terra semplice frangibile rimanere illeso, ed esser resistente alla forza del medesimo fiume. Non è dunque la robustezza del riparo quella, che può contrastar con l'impeto del fiume, ma altra cagione molto diuersa, alla quale (quando sia bene intesa) si potrà con ripari debolissimi resistere, il che si dirà nel suo luogo: ma per ora è necessario dichiarare, perchè i detti ripari fortissimi furono rouinati. Già si è prouato a bastanza, che l'acque quando trouano il letto solleuato non vi corrono, perchè elle non possono salire, ne far forza all'insù, ma se trouano luoghi bassi, e incauati, e pendenti è necessario, che per quella via scorrano spinte dal loro natural talento di andare all'ingiù per la più breue, e ripidissima via, che trouano. E così se nel fiume R Z vniformemente diretto vi sia l'argine H D Q, diritto, e fatto di

Fig. XI.

materia

materia forte, e salda, se il letto del fiume per cagione del renaio, o sasso B sarà scauato per lo spazio F D G, è necessario che la corrente principale, cioè, la più copiosa, e furiosa si conduca per la detta via più pendente, e incauata, e quiui premendo con la forza dell'energia, ò peso auualorata dall'impeto del moto attuale, è necessario, che vi scorra, e strisci, e corroda il terreno mobile, il che tanto più ella dourà fare allora che arriua in tal luogo pendente con maggior copia d'acqua mossa con maggior' impeto, e furia, la qual cosa succede nelle piene. E se il luogo massimamente pendente, e più basso sarà D contiguo all'argine H Q, e che poi tale sbassamento continui alla volta di G, è pur necessario, che il massimo strisciamento, e impeto si faccia nel sito D infimo luogo dell'H D, e però quiui continuamente andrà più scauando il suolo, finchè troui il terreno mobile, sopra del quale tal'argine di muro era fondato, e lo lasci sospeso in aria senza fondamento, e continuando a scauare, e a tormentare l'argine co' suoi vrti impetuosi necessariamente il muro benchè saldo douerà alla fine oppresso dal suo peso piegarsi, e poi rouinare. Ora supposto questo, se noi passata la piena torneremo a riedificare il muro in D, diritto com' era prima, non ha dubbio che rimanendo viua la stessa cagione, che lo rouinò, potrà anco farlo ricadere

Cap. XII. XIII. XV.

la

la seconda volta, perchè vi rimane il medesimo letto pendente, e scauato F D G, e la cagione di rifletter l'acqua dallo scoglio, o rialto B, e però toccherà sempre ad esser tormentato all'argine H Q nel medesimo sito D, e sempre il suo fondamento verrà più, e più scalzato; Laonde in progresso di tempo per le cagioni dette di prima potrà anche rouinare, ne vi sarà speranza di poter ritenere saldamente il muro in D, se non si proibisce il corso rapidissimo, che non lo venga ad vrtare, e corrodere. E questa è la cagione, che in D non basta la grossezza di qualsiuoglia argine, benchè sia fatto di fabbrica grossissima, ma poi poco prima in H, o poco dopo in D l'argine benchè sia di terra perseuera intero, ed illeso; e la ragione si è, perchè in questi due siti il suolo è rialzato, e però l'acqua, o non vi arriua, o vi giugne stracca, e senza impeto, ne vi corre, o striscia, e però non ha forza di rodere il terreno, e sbassare il suolo, anzi per lo contrario per la lentezza del corso nello scemar delle piene importà in detti luoghi molta belletta; onde più di prima rialzato il suolo, verranno sempre più assicurati, e fortificati gli argini benchè deboli ne' siti H, P. Da questo sene potrà cauare vna regola generale, che non è possibile, che durino gli argini fatti di sassi sciolti, di palafitte, e di muraglie in que' luoghi, che l'acqua vi scorre, e gli striscia, e questo segue per necessità, ne pos-

Cap. VII.

sono

ſono gli edifici fatti con immenſa ſpeſa reſiſtere alla forza naturale, con la quale l'acqua gli vrta, e gli ſcaua. Doue che all'incontro ſe altri trouaſſe ripiego da far sì, che l'acqua non iſcorreſſe più rapidamante per F D, ma ſi riuoltaſſe la corrente furioſa, e impetuoſa altroue, è certo che l'argine in D non potrebbe eſſer' offeſo, quando ben'egli foſſe fatto di ſemplice terra. I rimedi poi per far ſi, che l'acqua non iſcorra rapidamente verſo l'argine in D, ſarebbe lo ſpianare il rialto B, e rialzare il ſito baſſo, e pendente in D, e neceſſitare l'acqua a ſcorrere con la maſſima ſua copia, e furia per la linea di mezzo del fiume R F G, e allora ſcauando, e rodendo il mezzo del fiume la corrente principale, ſi verrebbe egualmente a ſcoſtare da ambedue gli argini oppoſti, e però non ſolo non verrebbero a eſſere ſcalzati, e vrtati, ma ancora ad eſſere più interrati, e fortificati dall'impoſtime laſciato nello ſcemar delle piene. E benchè queſti rimedi paiano impoſſibili ad eſequirſi con le forze vmane, io non dubito di poter dimoſtrare, che ſono facilissimi, e di pochiſſima ſpeſa, come moſtrerò ne'ſeguenti Capitoli. Per ora baſti l'auer manifeſtato l'inganno comune del volgo, che ſi perſuade di poter reſiſtere all'impeto della corrente, o con buttar quantità di ſaſſi nel luogo dell' argine, che ſi va ſcauando, e rodendo dal fiume, o con farui palificate, e muraglie, le quali tutta-

uia possano essere strisciate dalla corrente, e insomma sieno fatte in maniera, che l'acqua come prima vi possa liberamente scorrere, ed esercitare la massima sua forza d'energia, e di moto attuale; e resti chiaro che mentre son viue, e perseuerano le cagioni non possono da qualunque edificio proibirsi le rouine, e mantenersi illesi gli argini, e i ripari.

Del modo artificioso di spianare i renai, o rialti de' fiumi.

Cap. XXVI.

DOPO essersi mostrati i difetti di alcuni ripari de' fiumi, che non anno recato que' benefici, che se ne speraua, e inteso da'suoi veri fondamenti la ragione, perchè eglino non potessero sussistere, ma necessariamente douessero rouinare, abbiamo ora a trattare del modo di fabbricare i ripari con pochissima spesa, e che riescano stabili, e resistenti. Ma prima fa di mestieri toglier quegl' impedimenti, che non lascerebbero conseguire il fine per lo quale detti ripari si debbon fabbricare, e questi sono que' renai, che bene spesso sorgono ne' fiumi; i quali quando non sieno spianati, e incauato il letto del fiume in que' siti medesimi, dou'erano i rialti, non si potrà mai a nostro piaci-

mento allontanare, e deuiare la massima forza della corrente de' fiumi da quelle sponde, che prima erano corrose, e incauate. Ora per conseguire il nostro fine di spianar detti renai dobbiamo prima supporre, che sarebbe impresa vana, e d'immensa spesa di chi tentasse, e presumesse poter ciò fare con le forze vmane, pensando poter cauare, e trasportarè vn monte di terra da vno ad vn'altro luogo, il che quand' anche si facesse, bene spesso potrebbe interuenire, che l'istesso fiume rialzasse, e solleuasse il renaio nello stesso luogo nel quale era da principio, se per auuentura fussero rimaste quelle medesime cagioni per le quali prima fu rialzato, e riempiuto quel sito. Non sono già così deboli le forze della natura, poichè ella si vede in breuissimo tempo fare i renai, e anche spianargli, adunque, se noi auessimo modo di seruirci delle stesse forze immense della natura, potremmo a nostro beneplacito spianare, e rialzare i renai doue noi vorremo. Però è necessario primieramente ricordare i modi, co' quali opera là natura per far somiglianti operazioni, e quali necessità la costringono a così operare. Egli è certo che l'acqua naturalmente non può, ne vuol salire a' luoghi alti, e rileuati, ma per lo contrario ne' luoghi bassi, e pendenti ella spontaneamente si precipita, di più non è possibile, che l'acqùa roda, e scaui in que' siti dou'ella non vada copiosa, e vi si muoua, e

vrti

vrti con furia, e rapidità, ne è possibile, che l'acqua corra, doue non è pendenza, ne gioua la pendenza, quando non abbia l'esito. Sicchè nel *Fig. XXIII.* fiume R Z vniformemente diritto, compreso dagli argini A B, C D chi volesse spianare vn gran renaio, o rialto F G O H, auerebbe bisogno prima di condurui copia grande d'acqua, secondo necessitarla a correrui rapidamente, terzo ad vrtare, e strisciare il renaio non solo nelle parti superficiali, ed eminenti, ma anco nelle sue parti interne, e profonde; e notisi, che non basta il semplice vrto, e spinta dell'acqua, ma è necessario, che ella vi corra rapidamente strisciando, e rodendo. Ora per conseguire tutti questi fini bisogna che noi ci seruiamo di quegl'istessi motiui, per i quali la natura è necessitata a così operare, e perchè l'acque basse ordinarie del fiume non coprono il renaio F G O H correndo per il canale tortuoso R E I O, bisognerà aspettare que' tempi, ne'quali il fiume porta copia grande d'acqna, che sono le piene, le quali non solo sogliono coprire i renai, ma anche sogliono crescere molto più alto. Ma questa copia d'acqua da per se sola non basta, come si è detto, però bisogna prepararle i motiui, e la necessità, acciocchè ella in tempo di piene debba scorrere, vrtare, e strisciare l'interne parti di detto renaio, e però in tempo di state, quando l'acqua è scarsissima, si douranno fare alcune

cune fosse nel renaio diritte, e parallele fra di loro, e obbliquamente situate alla direzione del fiume, quali sono le F L, G H, le quali facciano angoli acuti con l'argine C D dalla parte superiore del fiume R: Oltr' a ciò è necessario che tutte le dette fosse, o solchi paralleli abbiano l'esito di la dal renaio, e però s'egli non sarà in isola, mà sarà attaccato all' argine opposto C D, sarà necessario, che tutte le fosse parallele F L, G H finiscano in vna fossa comune, che obbliquamente le intersechi, qual'è L H O, la quale arriui pendendo fino al luogo O bassissimo del fiume. Finalmente bisognerà adoperare vn pignone amouibile fatto di pali, o tauoloni con sassi, atto a fermarsi ne' luoghi doue sarà bisogno, qual'è M P, posto in maniera che faccia l'angolo A M N ottuso, dalla parte superiore del fiume R. L'vso di questo sarà necessitare la corrente copiosa ad vrtare nel renaio, o isola F G O, per lo che conseguire, sarà necessario fare il pignone M P di tanta lunghezza, che s'accosti assai vicino al renaio, in maniera che l'acqua passi per luogo angusto tra il pignone, e il renaio. Circa la sua figura bench'ella poss' esser varia secondo l'occorrenze, se ne dirà in generale vna assai commoda, che sarebbe di prisma triangolare, del quale vna delle basi opposte fosse il triangolo rettangolo N P Q, collocando il parallelegrammo M N, che è opposto all'angolo retto

N P Q,

N P Q, cioè la sua faccia pendente, o à scarpa sia posta verso la superior parte del fiume, acciocchè la corrente possa impetuosamente scorrere ad vrtare il renaio. Preparate tutte queste cose, dico, che soprauuenendo vna gran piena, necessariamente tutto il renaio F G O H dourà essere spianato, e portato via. Perchè l'acqua della piena massima vrtando nel pignone M P per ragione dell'angolo ottuso, come s'è detto, auuierà la corrente furiosissima di tant'acqua verso il renaio, e quiui trouando la via diritta delle fosse incauate F L, e G H, necessariamente ella vi correrà, e sboccherà nel trasuersal fosso L H O verso il termine bassissimo O, e perchè l'impeto rapidissimo del fiume in tempo di piene si fa secondo la dirittura del fiume, cioè parallelo a gli argini; Adunque la corrente principale, ch'è necessitata a passar per lo spazio stretto N C in virtù dell'impedimento del pignone M N, correndo parallela all'argine C D è forzata a correre obbliquamente per le fosse trasuersali F L, G H, ed è tal'acqua non solo copiosa, ma anco aggrauata, e compressa dall'energia di tutta l'acqua soprastante della piena, e corre rapidissimamente all'esito basso O secondo la direzione del fiume, adunque la direzione risultante dall'energia, e dalla velocità del moto viene ad vrtare obbliquamente gli orli interni delle fosse F L, G H, e però con gran forza gli

Cap. XXI.

Cap. XVII.

anderà

anderà ſtriſciando; per la qual coſa eſſendo il detto renaio compoſto di rena , terra , e altre parti amouibili, è neceſſario che quella gran rapidità, e ſtriſciamento le corroda , e con la maſſima ſua furia le porti via per lo ſcolo O , e così tutto il rialto del renaio ſi trouerà al fine della piena ſpianato, e ſcauato. E tutto queſto ſi conſeguirà, com' egli è manifeſto con pochiſſima manifattura , e con minima ſpeſa , ſolo per eſſerci noi ſaputi ſeruire di que' motiui , che ſogliono neceſſitar la natura a precipitar l'acqua rapidamente è corrodere, e ſtriſciare il renaio ſopraddetto. Deeſi poi auuertire che il detto pignone M P finito che auerà l'vficio ſuo di auere ſpianato il renaio F G O, biſognerà leuarlo affatto, perchè ſe vi rimaneſſe, cagionerebbe molti danni. Deeſi ancor'oſſeruare , che eſſendoſi per qualchè piccola piena intaſate di belletta le ſudette foſſe , ſi debbono ſmuouere con le vanghe , o con l'aratro le dette intaſature, e ciò in tempo , che per le piogge s' argomenti proſſima qualche gran piena , che è quella , che dee far l'effetto deſiderato di leuar via il renaio principale.

Del modo d'alzare, e ſolleuare il letto del fiume in que'luoghi, ne' quali egli è aſſai baſ- ſo, e incauato.

Cap. XXVII.

POichè ſi è dichiarato il modo di sbaſſare i renai, e i luoghi ſolleuati nel letto del fiume è neceſſario anche poter ſolleuarlo altroue, riempiendo que'luoghi baſſi, e incauati, i quali per accoſtarſi troppo ad vno degli argini, poſſono cagionare la ſua rouina, e far diuenire il fiume tortuoſo. Oltr'a ciò fa di meſtiere bene ſpeſſo rialzare il letto del fiume verſo vno degli argini con ſomma preſtezza, e celerità per poter maggiormente ſpianare i renai, e far ſi che la corrente principale vi corra ſopra, operando che quella parte, ch'era più rialzata diuenga ora la più depreſſa del letto del fiume. Sia dunque il fiume vniformemente diretto R Z, compreſo dagli argini A B, e C D paralleli fra di loro tanto alti, che ſieno capaci delle maſſime piene. Sia poi il ſuo letto profondamente incauato per lo ſpazio E F G H doue l'acqua corre tortuoſamente in tempo di ſtate, e per eſſer la parte baſſa F molto vicina all'argine A B, pericoli

Fig. XXIV.

coli

coli di romperſi, e di rouinarſi in tal luogo.

Perchè è impoſſibile liberarſi da queſto pericolo, quando il ſito F G ritiene la medeſima profondità, e baſſezza, in virtù della quale la corrente principale rapidiſſima è neceſſario, che vrti, e ſtriſci l' argine A B in detto luogo; però ſarà neceſſario riempiere la gran profondità, e baſſezza, che è in F G. E perchè chi voleſſe riempiere detto ſito baſſo con cauar la terra da' luoghi alti dèll' iſteſſo letto, tenterebbe vn' opera d' immenſa ſpeſa, e difficoltà, e non durabile, poichè rimanendo le ſteſſe cagioni, che da principio auuiarono la corrente principale verſo F G, queſt' iſteſſe potranno di nuouo rodere, e portar via la maſſa della terra traſportataui con tanto diſpendio; E dunque bene penſare al modo di riempiere il luogo baſſo F G non con le forze noſtre, ma con quelle della natura, e farlo prontamente con ogni celerità, e che ſia ſufficientemente ſtabile, e robuſto. Queſto ſi conſeguirà ſenza riempiere il luogo baſſo F G, ma ſolamente con fabbricar lungo l' argine A B due, o tre pignoni; o più (biſognando) quali ſieno S T, V X, queſti debbon cominciare dall' argine, e quiui farſi aſſai fermi, ed alti, e poi ſcemare ordinatamente l' altezza loro, finchè le punte eſtreme T, X, vengano ſotterrate, e fitte nel letto del fiume. Debbon' anche formare angoli acuti con l' argine A B dalla

parte ſuperiore del fiume R, in maniera che tutti i detti pignoni ſien paralleli fra di loro, e di pari lunghezza, benchè non arriuino al mezzo del fiume, e gli orli ſupremi di detti pignoni ſieno tutti coſtituiti in vn piano pendente verſo il mezzo del fiume E H, e verſo la parte inferiore Z. Poſſono fabbricarſi i pignoni di qualunque materia, purch' ella poſſa ritener l'acqua; ſicchè il primiero pignone S T ſi potrebbe far di muro mediocremente groſſo: ma gli altri pignoni ſeguenti potrebbero anche farſi con caſſoni ripieni di ſaſſi, o con palafitte, o in altra maniera. Fatto queſto comincino à creſcer l'acque con la piena. E' non ha dubbio, che l'acqua, che prima correua da E verſo F, ora impedita dal pignone S T, ſarà neceſſitata a ſcorrere lungo il pignone da T verſo S, e perchè quiui il pignone ſi va rialzando, adunque l'acqua non potrà traboccare ſopra il pignone dalla parte S: ma arriuando ad vn luogo, che non ha eſito, ella ſarà neceſſitata a fermarſi, e farſi ſtagnante. Adunque tutto il ſito dell'angolo acuto A S T ſarà ripieno d'acque priue di velocità, e ſolamente ſi muoueranno quell'acque, che ſoprauanzano l'altezza del pignone S T, e queſte caualcando il pignone caderanno nel ſito inferiore V S T, ma la corrente principale continuerà a paſſare oltre il termine del pignone T per eſſer luogo baſſiſſimo. Per l'iſteſſa ragione l'acqua che correua verſo le

parti

parti baſſe F G, quiui trouando l'oſtacolo del ſecondo pignone V X, anderà parimente ſolleuandoſi, e faraſſi ſtagnante, perch'ella non ha eſito in V, ſicchè potrà ſolamente ſcorrere verſo G, caualcando l'argine con l'acqua che ſoprauanza l'altezza del pignone, e la maggiormente furioſa, e più copioſa dourà paſſare, oltre al termine X verſo G, che è baſſiſſimo. Nell'iſteſſo modo, e per le ſteſſe cagioni ſi riempierà il ſito G d'acqua ſtagnante, e così gli altri ſpazzi poſti fra' due pignoni; ſicchè poſſiamo aſſicurarci, che soprauuenendo vna piena, ſi ſarà formato vn letto rileuato dalla parte dell'argine A B, e vniformemente pendente verſo il mezzo, e verſo l'inferior parte Z del fiume. Perchè lo ſpazio T S V X compreſo tra' due pignoni è occupato, e ripieno d'acqua ſtagnante, la quale viene a ſeruir di letto all'acqua eminente della piena, che vi corre ſu traſuerſalmente, non potendoſi in vn'iſteſſo luogo porre due corpi; adunque l'acqua eminente nel medeſimo modo ſcorrerà da R verſo Z, quando fra' pignoni vi ſia acqua ſtagnante, e immobile, come ſe vi fuſſe rena, o ſaſſi, e però aueremo à noſtro piacimento con ſomma preſtezza fabbricato vn letto pendente al fiume dall'argine A B verſo il mezzo, benchè vi ſia l'acqua, ma ſtabiliſſimo, e forte per la robuſtezza, e reſiſtenza de' pignoni. Ed è certo per le coſe dette, che l'acqua, che ſcorre

Cap. XXIII. XXIV.

Cap. VI.

ſcorre traſuerſalmente ſopra vn letto pendente dall' argine verſo il mezzo del fiume, fa impeto, e forza premendo co 'l ſuo peſo verſo l' oppoſto argine C D, e così ancorchè vi rimangano le profonde cauità F G, ſarà appunto, come s' elle non vi fuſſero, e ſi ſarà ouuiato al pericolo dell'argine A B. Oltre a queſt' vtile pronto ne ſegue vn'altro co 'l progreſſo del tempo, e ſi è, che in tutte le piene l' acqua ſtagnante compreſa tra' pignoni andrà ſempre deponendo la torbidezza; ſicchè da ſe il fiume con la belletta verrà à riempier di terra i detti ſpazzi, per la qual coſa ſi ſarà riempiuta la parte baſſa, e profonda F G con pochiſſimo noſtro trauaglio, e ſpeſa, per eſſerci ſaputi ſeruire, come di manouale, dell' iſteſſo fiume, e delle ſue torbide.

Della

Della robuſtezza de' ripari, o pignoni, e della forma, e modo, co'l quale ſi doueranno fàbbricare.

Cap. XXVIII.

ESſendoſi trattato della proprietà, e degli vſi de' ripari, o pignoni, che riceuono la corrente di petto, è neceſſario, prima di proceder più oltre, moſtrar qual robuſtezza debbono auere, e le forme, e circoſtanze con le quali ſi debbono fabbricare. Io ben comprendo quanto maluolentieri ſarà riceuuto, che i ripari, o pignoni debban porſi oppoſti alla corrente del fiume, quando per lo paſſato ſi è proceduto con tanto ſpauento, e cautela cedendo alla corrente impetuoſiſſima de' fiumi. E veramente l'inganno ha non poche apparenze, e veriſimilitudini dalla ſua parte: poichè ſe i ripari, i quali cedono all'impeto della corrente, come ſon quelli, che fanno angolo ottuſo dalla parte ſuprema del fiume non ſono baſteuoli, e rouinano benchè ſieno aſſai forti, e robuſti, chi ſi vorrà perſuadere, che altri ripàri più deboli reſiſtano ad vn tanto impeto riceuendolo di petto, (e per così dire) vrtandolo? Da queſto concet-

to

to comune tal'vno persuaso stimerà, che i pigno-
Fig. XXIV. ni S T , V X , posti nel fiume R Z , i quali riceuono la corrente di petto , ancorchè sieno vtili , non potranno giammai resistere all'impeto del fiume, se non saranno molto forti, e robusti. Ma se si considera attentamente questo fatto , si vedrà che mediocre robustezza seruirà per mantenergli in piedi, e saldi, e potranno fabbricarsi di palafitte, o pignoni, o gabbioni, o cassoni ripieni di sassi, o pur muri di mediocre grossezza, purchè sieno assai alti, e bene vniti all'argine A B, e che vada la loro altezza scemando à scarpa verso il mezzo del fiume E H, in maniera che le punte T, X, sieno ficcate, e sotterrate sotto il letto del fiume, e le medesime punte per maggior cautela sien'anche riparate , e fortificate con qualchè platea di pali, o muro come si fanno le pile de ponti , e per togliere tutti gli scrupoli , si potrebbe discostar quanto più si può la corrente rapidissima del fiume dalle punte de' pignoni , il che si potrebbe conseguire con iscauare , e profondare il letto del fiume I M più lontano, che si può dalle dette punte T , X, con l'artificio insegnato nel Capitolo vigesimoquarto, e platearle con sassi grossi murati à scarpa verso il mezzo del fiume . Che poi vna mediocre robustezza basti per tenere in piedi i detti pignoni , si dimostrerà facilmente: perchè eglino, o douranno patire per la spinta dell'acque basse, o da quelle,

che

che auanzano la loro altezza. L'acque basse, è certo che vi faranno poca forza, quando l'acqua stagna, o vi corre assai lenta, e pigra: Ma quando elle vanno crescendo con la piena, bisogna auuertire, che l'acque s'innalzano insensibilmente, e però nel progresso la superficie del pignone S T verrà successiuamante vrtata da vna falda sottilissima d'acqua, che vi arriua di nuouo, e questa per la sua sottigliezza non può far percossa sensibile allorchè vi arriua: ne poi chè vi rimane immobile, e stagnante ella vi fa forza veruna, eccetto quella, che basta per l'appoggio di detta acqua, sicchè seguitando ad alzarsi l'acque co'l crescer della piena, finchè tutta la superficie interna del pignone S T sia occupata dall'acqua, che vi stagna, non verrà ad esser più di prima spinta, e percossa; e benchè l'acque seguitino à correr contro la superficie del pignone, elle non vi arriuano co'l loro impeto diretto: poichè prima d'arriuarui incontrano l'acqua A S T posta lungo 'l pignone, e così S V X, che è quasi stagnante, la quale à guisa di guanciale successiuamente estingue il nuouo impeto diretto, che viene ad incontrarlo. Di più perchè l'acqua, doue non ha esito, non vi corre, adunque essendo il pignone continuato con l'argine, verso il quale sempre più va rinnalzandosi, non può conceder l'esito per S, e V all'acqua, che venisse ad vrtarlo;

e però ella non anderà quiui in tanta copia, con quanta vi anderebbe, se l'ostacolo de' pignoni S T, V X non vi fussero, o se essi fussero bucati in S, e in V. Se poi i pignoni S T, e V X facessero angolo retto con l'argine A B, onde l'acque, che vi accostano, par che debbano rifletter si verso'l mezzo del fiume, non per questo vi è ragione che tal corso trasuersale debba reflettersi, e corrodere i fondamenti de' pignoni: perchè, come si mostrò al Capitolo vigesimoquarto la riflessione non si fa rasente il pignone, ma lontano da esso obbliquamente. E quel poco di riflessione, ch'ella fa lungo i fondamenti, viene a farsi per piani paralleli à quelli dell'orizzonte, o poco più pendenti, e questi sono quelli della suprema superficie del fiume, e per i quali dette acque in vari siti dello scaglione si liuellano, e si riflettono verso I M, e così in tali suoli nell'angolo interno aderente al fondamento dello scaglione l'acque non vi corrono, se non lentamente, poich' elle sono impedite, e tenute in collo da quell'acque collaterali, che scorrono rapidamente, per non esser' impedite dallo scaglione: ma l'altre, che sono trattenute non permettono, che altr'acque subentrino in quello stesso luogo, e però non vi sarà moto, ne vrto, ne strisciamento notabile; e però quiui l'acqua poca forza auerà di rodere, ma bensì gran comodità di deporre la torbidezza, massime nello scemar

mar delle piene. Sicchè non ha dubbio, che l'acque inferiori all' orlo ſupremo dello ſcaglione non anno forza baſteuole per vrtare, o ſcalzare detti ſcaglioni. Vi reſtano ora l'acque, che ſoprauanzano il loro orlo ſupremo; ma queſte poca ſcoſſa potranno fare: poichè elle non vrtano in faccia, ma paſſano ſopra in quel modo, che farebbero ſopra vn piano inclinato, perchè l'acqua ſtagnante A S T, e S V X inſieme con gli ſcaglioni S T, e V X compongono vn piano inclinato ſopra del quale l'acqua ſuprema liberamente pùo ſcorrere da R verſo Z, e così poca forza può fare contro gli orli ſupremi delli ſcaglioni, la quale non è baſteuole a fargli crollare, e precipitare non riceuendo la percoſſa nelle loro ſuperficie interne S T, e V X dalle dette acque eminenti, e però per mediocre robuſtezzà, che abbiano, potranno reſiſtere. Vi reſtano ſolamente le punte T, X, le quali eſſendo ſtriſciate dalla corrente rapidiſſima, potrebbero eſſere ſcalzate, e ſcantonate: ma à queſte ſi prouuede con le fortificazioni, e platee di ſopra ſpiegate. E quando accadeſſe, che le punte foſſero qualche poco rotte, e ſcantonate, è danno comportabile, e di facile riſarcimento, e inſieme con tante vtilità, che arrecano i pignoni fatti in ſomigliante forma, volentieri queſto poco di danno ſi può tollerare, il quale non vi è pericolo, che faccia molto progreſſo;

R 2 poichè

poichè detti pignoni ben presto vengono sotterrati dalla belletta, e difesi maggiormente, e scostano da se la corrente principale, mentre vanno rialzando il letto del fiume, e creando vn renaio interposto tra'pignoni, vtilità massima, e che porta seco la sicurezza degli argini, e la direzione del fiume, come si dirà appresso.

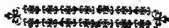
Del modo d'allontanar la corrente principale del fiume da vno degli argini, e auuiarla verso il mezzo del fiume.

Cap. XXIX.

PErchè come s'è detto l'acqua naturalmente corre da luoghi alti a'bassi, e incauati, non potendo per sua natura salire, e'si vede, che chi sa l'arte di spianare facilmente i luoghi alti, e rileuati del letto del fiume, e riempiere i luoghi bassi, potrà con somma facilità mutare il corso ordinario del fiume, e auuiarlo doue e'vuole. Sono queste due operazioni talmente collegate fra di loro, che vna riceue maggior perfezione dall'altra; e questo s'intenderà con suppor di nuouo il fiume Fig. XXV. R Z vniformemente diretto, compreso dagli argini

ni A B , e C D paralleli , e capaci delle maſſime piene, e che ſia il ſuo letto incauato tortuoſamente per E F G H, correndo rapidamente verſo F luogo proſsimo, e contiguo all'argine A B, e nel mezzo del fiume vi ſia il gran renaio , e rialto I M. Dobbiamo ora allontanar la corrente dall'argine A B , e coſtrignerla à correre per la linea di mezzo del fiume E H , doue ſi troua il renaio , e rialto. In tempo di ſtate quando l'acque ſono baſsiſsime , ſi fabbrichi vn'ordine di due , o tre , o più pignoni paralleli fra di loro , che dall'altezza dell'argine A B vniformemente vadano ſcemando la loro altezza, ſicchè i loro termini eſtremi ſieno ſotterrati ſotto il letto del fiume, e facciano gli angoli acuti , o retti dalla parte ſuperiore R , quali ſono i pignoni S T, V X &c. poi ſi facciano molte foſſe nel renaio K P , L Q &c. tutte diritte , e parallele trà di loro , e che facciano angoli ottuſi con la direzione dell'argine A B; poi tutte le dette foſſe traſuerſali abbiano il ſuo eſito, o di la dal renaio, ſe sarà Iſola, o pure in vn'altra foſſa diritta , e profonda P Q O poſta oltre al mezzo del fiume , in manierachè l'eſtremo termine O venga a sboccare nella parte più incauata del letto del fiume . La terra poi , e'ſaſſi che ſi cauano dalla foſſa ſi potrebbono buttare fra'pignoni doud non ſtaranno inutilmente; fatto queſto ſoprauuenga vna piena. Dico, ch'ella rouinerà, e ſpianerà il renaio, e auuierà

uierà la corrente principale per la linea di mezzo del fiume E H. Perchè il letto pendente composto da' pignoni, e dall'acqua ſtagnante interpoſta è cagione di sforzar l'acqua corrente co'l ſuo gran peſo, ed energia a ſcorrere, e ſtriſciare almeno la parte inferiore del renaio M O, ſeruendoci per le parti I K dell'artificio inſegnato al Capitolo vigeſimoſeſto, ſe ſarà biſogno, e quelle acque che imboccano per le foſſe traſuerſali K P, L Q per auer l'eſito libero nel comune foſſo diritto P Q O potranno liberamente ſcorrere, nè potrano fermarſi ſtagnanti in dette foſſe traſuerſali, e il loro ſito obbliquo è diſpoſtiſſimo à riceuer l'vrto, e ſtriſciamento della corrente impetuoſa. Adunque ella roderà ben preſto tutti i tramezzi del renaio, e portandoli via reſterà ſpianato, e incauato il letto del fiume nella ſua linea di mezzo E H, e queſto ſegue con ſomma facilità, ſeruendoſi della forza dell'iſteſſo fiume. Continuando poi a rinnalzarſi con la belletta gli ſpazzi che ſon tra' pignoni con buttarui anco paſſata la piena ſaſſi, o coſe ſimili, verranno in poco tempo ad eſſer colmati, e ripieni di terra, e così il fiume, il cui letto era incauato tortuoſamente, correrà ora diritto conforme ſi deſideraua.

Del

Del modo di rassettare con facilità la rottura d'vn'argine diritto del fiume cagionata dalla corrente tortuosa in maniera, che per l'auuenire non sia soggetta allo stesso pericolo.

Cap. XXX.

DOPO auer'insegnato il modo di addirizzare la corrente tortuosa del fiume, la qual per ancora non aueua rouinato alcuno degli argini, ora dobbiamo trattare de'ripari necessari in caso di rottura degli argini; E però si supponga il medesimo fiume vniformemente diretto R Z compreso da gli argini A B, e C D paralleli fra di loro, e capaci delle massime piene, e quiui per cagione dello scoglio, o renaio E, che auuiaua la corrente per H I K abbia rotto l'argine A B per tutto lo spazio F G, potendo questo interuenire ancorchè il suolo, o letto del fiume sia duro, e sassoso. Suppongasi in oltre, che la rottura F G co'l tempo si vada più, e più dilatando, in maniera che il

Fig. XXVI.

il fiume trapaſſi l'argine A B, e rodendo il terreno mobile della campagna venga a formar' vn ſeno tortuoſo, qual'è F O G, il che potrebb'eſſer molto pericoloſo, ſe la campagna di la dall'argine A B fuſſe aſſai baſſa, perchè potrebbe allagare, ed anche mutare il letto di tutto 'l fiume. Per rimediare a tutti queſti mali già ſi è detto eſſere inutile qualſiuoglia de' rimedi vſati per lo paſſato, quando ſi rifaceua ſemplicemente l'argine F G diritto com'era prima, ma aſſai rinforzato, o con ſaſſi ſciolti buttati nel ſito F G, o con faruì vn riparo di palafitte parallelo all'argine A B, i quali ripari non auendo tolte le cagioni, che auuiauano la corrente maſſima, e rapidiſſima contro 'l medeſimo argine per H I, veniuano come prima ad eſſere vrtati, e ſtriſciati dalla corrente copioſa, e rapidiſſima; e però ne ſeguiua (come s'è detto) vn continuo danno con vna continua ſpeſa ſenza ſperanza di poterui rimediare. Adunque per venire a' veri rimedi, ſarà neceſſario primieramente ſpianare il renaio E con l'artificio inſegnato al Capitolo vigeſimoſeſto: ma s'egli foſſe vno ſcoglio, che non ſi poteſſe leuare, biſognerà fare dalla parte dell'argine A B due, o tre pignoni L M, G N paralleli fra loro fatti a ſcarpa al modo ſolito, che facciano gli angoli A L M, A G N acuti dalla parte ſuperiore del fiume R, e queſti douranno farſi più, o meno lunghi ſecondo che il biſo-

gno

gno, e la qualità del ſito permette, e poi dourà rifarſi l'argine rotto G F nello ſteſſo ſito, doue era prima. Oltr'a ciò dee ſcauarſi il ſuolo, quanto più è poſſibile verſo il mezzo del fiume H K diſcoſto dalla punte de'pignoni, e la terra che ſi caua, impiegarla a rifar l'argine F G, e ad interrare, e fortificar le punte de' pignoni. Queſti rimedi ſaranno ſufficientiſſimi per ritenere il fiume nel ſuo letto, e aſſicurar l'argine A B per l'auuenire co'l rialzarſi dalla torbida in progreſſo di tempo vn nuouo renaio fra i pignoni pendente dall'argine A B verſo 'l mezzo del fiume, i quali effetti debbono ſeguire per le medeſime ragioni dette ne' Capitoli antecedenti, che però non fa di meſtieri replicarle.

Delle cagioni, perche i letti de' fiumi si vanno rialzando sopra il piano della campagna, e come possono di nuouo scauarsi.

Cap. XXXI.

VNO de' grandi spauenti, che apportano i fiumi, per ordinario si è l'alzamento continuo, che fa il loro letto, il qual suole in alcuni luoghi diuenir più alto, e rileuato, che non è la campagna attorno; e però è necessario ritener l'acque nel suo letto con argini altissimi, per mantener' i quali non basta la diligenza vmana, poichè bene spesso si rompono in qualchè luogo allagando tutta la campagna. Ora per poter' applicare i veri rimedi à questo male, bisogna prima intenderne le cagioni, alcune delle quali già si sono dichiarate nel Capitolo decimo, che in tutti i fiumi co 'l tempo la rena, che porta il fiume quando vengon le piene può successiuamente rialzare il letto loro almeno dalle bande, e poi ne i Capitoli decimosecondo, decimoterzo, e decimoquarto, si è veduto perchè i fiumi diuengano tortuosi;

tuosi; Resta ora, che vegghiamo l'altre cagioni, perchè si solleuino i letti de' fiumi, il che in parte depende dal ritiramento, che suol fare il mare dalla foce de' fiumi, e dall'accrescimento della spiaggia cagionato dalla molta terra, che porta il fiume nelle piene verso 'l mare. A questo coopera ancora la molta rena, che sogliono spigner l'onde stesse tempestose del mare, con le quali vengono à rinnalzare, e accrescere la spiaggia. E perchè il liuello dell'acqua del mare è sēpremai il medesimo, cioè egualmente remoto dal centro della terra, come anche l'origine, o fonte del fiume ritiene la primiera altezza, e distanza dal medesimo centro terrestre; adunque l'altezza, o eleuazione perpendicolare della pendenza dello stesso fiume computata dal suo fonte stabile fino alla superficie del mare è in tutti i tempi la medesima. Per più chiara intelligenza in questa figura supporremo il punto A essere l'origine, o fonte del fiume, e B D essere la superficie del mare continuata immaginariamente sotto i monti fino à C, doue cade la retta A C perpendicolarmente dal fonte sopra la superficie del mare, e dirassi detta A C eleuazione della pendenza del fiume A B, ò pur del fiume A D. Sia il punto D più remoto da C, che non è B: Egli è certo, che la retta linea A D sarà più lunga, che non è A B, e però meno ripida, e meno pendente. L' istesso accaderebbe quando il

Figura XXVII.

fiume A B, diueniſſe tortuoſo, ſerpeggiante, o in curuato da' lati, e anch' aueſſe il fondo eleuato, e depreſſo naturalmente, o artificioſamente dalle peſcaie, ſcorrendo per A B F D. Ora ſe 'l fiume A B per eſſer creſciuta la ſpiaggia B D, e neceſſitato a condurſi al mare per la via A D più lnnga di quella di prima, adunque ella ſarà diuenuta meno pendente, e men ripida di quello, ch' ella era da principio; ma quando l' acqua ſcorre ſopra vn letto meno pendente, ella vi va con minor velocità, come dimoſtra l' eſperienza; adunque ella auerà maggior commodità quando ella è torbida di deporre le minime parti terreſtri, ne auerà tanta forza di portar via quella rena, che precipita da' monti, e però co 'l tempo dourà maggiormente ſolleuarſi il letto del fiume. Oltr' a queſta vi è la ſeconda cagione (come ſi è detto di ſopra) del rialzamento del letto del fiume, che è la tortuoſità, e ſerpeggiamento A B E F D, che va continuamente acquiſtando il fiume, perche ſe prima il letto A B era diritto, anche la lunghezza del ſuo diretto viaggio doueua eſſere molto più breue dell' incuruato, e tortuoſo, che à quello è ſucceduto, e però ſcemandoſi la pendenza del fiume, creſce la cagione di ritardare il corſo dell' acque, e d' imporre, e ſolleuare il letto del fiume.

Fig. XXIX. *Figura XXVII.* *Figura XXVIII.*

Finalmente lo ſlargare ſemplicemente il letto del fiume occupando dall' vno all' altro argine ſpazio,

zio, e diſtanza maggior di prima è la maſſima, e principal cagione di ritardar' il corſo dell' acqua; vedendo noi, ch' ella più rapidamente corre ne' luoghi riſtretti, che ne gli ampi, e dilatati, ne quali ha minor forza di rodere il ſuolo, e portar via la terra, che vien da' monti con la ſua poca rapidità, e manco energia di peſo, eſſendo l' acqua dilatata in quell' ampiezza di letto, che concede tempo commodo d' imporre alla torbidezza; dalche ne ſegue il rialzamento del ſuo letto. E benchè i comuni, e vſitati rimedi ſieno gli argini poſticci alti, che ſi fanno per ritener l' acque, che non trabocchino, e non allaghino le campagne, ſi vede che queſta non è la medicina d' vn tanto gran male: imperocchè ella non toglie le cagioni del rialzamento del letto del fiume, poichè non ſi tolgono le tortuoſità, e ſerpeggiamenti del fiume, ne ſi riſtrigne l'alueo. Adunque rimanendo queſte due cagioni di ritardare il corſo dell' acque, e di ſcemar lo sforzo, ed energia alle medeſime, ſempre più s' anderà rialzando il letto del fiume, e però il vero, e adequato rimedio ſarebbe (poichè non è poſſibile impedire l'accreſcimento della ſpiaggia, e ritiramento del mare) almeno raddirizzare al poſſibile il corſo del fiume, e riſtrignere i ſuoi argini neceſſitandolo a ſcorrere dirittamente in vn' alueo ſtretto: onde e' verrà neceſſitato a ſcorrere con maggior' altezza d' acqua, e rapidità, e roderà il

rà il ſuolo co'l moto compoſto dell'attuale, e d'energia, e porterà via la terra, e la torbidezza, la quale prima laſciaua. Che poi la ſtrettezza dell'alueo ſia vtiliſſima, e neceſſaria per mantenere il ſuo letto libero, ed eſente da gl'impoſtimi di ſaſſi, rena, ed altro, oltre alle ragioni dette negli antecedenti Capitoli, l'eſperienza ci moſtra che ſotto alcuni ponti aſſai ſtretti, non vi ſi veggono mai ſimili intaſature di ſaſſi, e ghiaia, e altro, ma il tutto vien depoſto dalla parte inferiore ne' luoghi lontani doue il letto del fiume è più largo, e dilatato.

Deeſi dunque tener l'alueo più ſtretto, e manco incuruato, e tortuoſo, che ſia poſſibile, e però sfuggire la frequenza delle peſcaie, o almeno farle, ne' luoghi doue la ſtrettezza del fiume ſia tale, che la corrente poſſa auer forza di ſpignere a baſſo tutte le ſudette intaſature di ſaſſi, rena, e legnacci, e d'ogn' altra materia, ſicchè non ingombrino le parti ſuperiori di dette peſcaie, e guardarſi ancora da ogn' altra ſorte di riparo, che cagioni tortuoſità, e curuità al corſo del fiume.

Del

Del modo di riſtrignere i letti de' fiumi.

Cap. XXXII.

POichè ſi è veduto l'vtilità che ſi ritrae dal dirizzare il corſo a' fiumi, e dal riſtrignere il loro letto; Reſta ora che moſtriamo in che maniera ſi douerà operare per conſeguire queſti due fini non ſolo con riſpiarmo di ſpeſa, e fatica, ma ancora con ſicurezza che i lauori debbano riuſcire ſtabili, e poſſano reſiſtere all' impeto del fiume. E primieramente tratteremo del modo di riſtrignere il letto del fiume, l' vtilità del quale riſtrignimento vedeſi, che è ſtata molto ben conoſciuta per il paſſato: perchè nelle Città, che ſono attrauarſate da' fiumi gli anno fatto gli argini molto più riſtretti di quello, che ſono per le campagne, e ſi vede ad ogni modo, che tali letti riſtretti ſono capaci delle maſſime piene, e di più ſogliono eſſere in tutti i tempi nauigabili, il che non interuiene al medeſimo fiume fuor della Città. E chi domandaſse la ragione, perchè non ſi riſtringono gli argini dello ſteſso fiume fuor della Città, credo che riſponderebbeſi non poter farſi con la terra così ſtabili, e ſaldi, quali ſon le mura, che com-

comprendono i fiumi fra le Città. Ora a questa difficoltà stimo io potersi con poca spesa prouedere, facendo gli argini ristretti di semplice terra, ma così saldi, come se eglino fossero muraglie sal-
Fig. XXIX. dissime. Intendasi adunque il fiume RZ compreso da gli argini A B, e C D, i quali abbiano vna gran larghezza, e distanza fra di loro, e sieno qualchè poco tortuosi. L'alueo poi più incauato nel quale corrono l'acque basse sia R Z. Deuonsi ora ristrignere i detti argini, e addirizzarli al possibile. Con la stessa terra del letto del fiume si facciano due argini più diritti, che sia possibile H I, e C K L paralleli fra di loro, e tanto distanti l'vno dall'altro, e di tale altezza, che basti per riceuere le massime piene, cioè di poco più latitudine, e d'altezza à quelli, che ha lo stesso fiume nella Città per la qual passa. Faccians i poi nell'vno, e nell'altro argine due ordini di pignoni a scarpa pendenti verso il mezzo del fiume, che facciano angoli acuti, o retti dalla parte superiore R del fiume, ma debbono tali pignoni essere assai corti, e profondate le loro punte, quali sono M E, N F, K P, Q S, &c. Egli è manifesto per le cose
Cap. XXIII. XXIV. dette, che l'acque delle piene stagnando fra' pignoni non faranno forza contro gli argini, ma formeranno due letti pendenti verso il mezzo del fiume, in virtù de quali la corrente più rapida, e furiosa eserciterà il suo sforzo d'energia, e di velo-

cità

cità contro 'l ſuolo tramezzo R Z, e l'anderà ſempre più, e più rodendo, e ſcauando: e per lo contrario fra' pignoni rimarrà molto impoſtime, e in progreſſo di tempo ſi faranno due letti a ſcarpa di terra ſolleuata all' iſteſſa altezza, e pendenza de' pignoni, e però non vi ſarà pericolo, che i nuoui argini poſſano patire danno veruno. E profondandoſi ſempre più, e più dalla corrente rapidiſſima la parte di mezzo R Z, ſarà molto più capace il letto del fiume delle maſsime piene, e però non ſolo gli argini, ma anco la campagna collaterale verrà a liberarſi da' pericoli, e danni dell' inondazione, e dalle ſpeſe continue di riſarcire gli argini di terra fragili. E benchè paia troppo grande ſpeſa l'auer' a far tanti pignoni, egli ſi vede, che queſta ſarebbe vna ſpeſa perpetua, e minor' aſſai di quello, che ſi ſpende in meno di dieci anni a far gli acconcimi ordinari, tanto più ch' i detti pignoni non s'auerebbero a far' in tutti i luoghi del fiume, ma ſolamente in que' ſiti, che n' anno più biſogno, e doue s'aueſſero a riſtrignere quell' immenſe ampiezze de' fiumi, e taluolta da quella parte ſolamente, doue il letto è più pendente. Oltr' a ciò i pignoni ſi potrebbero fare di pali con faſcine, e ſaſſi, e taluolta di ſaſſi ſciolti; E meglio di caſſoni, e gabbioni ripieni di ſaſſi, che non richiedon molta ſpeſa. E chi conſidera quante ſpeſe eſorbitanti ſi fanno (e non di rado) in

T alcuni

alcuni acconcimi di palafitte, e cose simili, le quali poi durano poco tempo, conoscerà che e' si potrebbe con la medesima spesa in quell'istesso luogo far questo ristrignimento d'argine co' suoi pignoni, e così in quel sito si sarebbe conseguito non solo il fine principale, ch'è la sicurezza delle campagne per a tempo, ma per sempre, e vi si sarebbe raddirizzata la tortuosità del fiume, scauato il suo letto, e resolo nauigabile anco in tempo d'acque basse, ciascuno de' quali vtili da per se solo auerebbe meritata quella tale spesa.

Del modo d'addirizzare i Fiumi tortuosi, e serpeggianti.

Cap. XXXIII.

Benchè i fiumi acquistino maggior decliuità, e pendenza co'l ristrignimento del loro letto, molta più ne auerebbero, se non andassero tortuosi, e serpeggiando. Però è necessario anco mostrare il modo di addirizzare il lor corso, quanto più è possibile, il che si potrà far con poca spesa in riguardo all' vtile grande, che se ne ritrae, e con sicurezza, che il lauoro sia stabile per il tempo auuenire. Sono le tortuosità de' fiumi di due sorte, alcune sono piccole, e poco deuiano dalla

dalla rettitudine, altre ſono grandi fatte a via di ſerpe. Quando elle ſono piccole (come viene eſpreſſo nel fiume R Z dalla trenteſima figura) *Fig. XXX.* nel quale i due argini oppoſti A B, e C D ſono per la maggior parte diritti, e paralleli, e ſolamente anno la piccola piegatura ne' luoghi I M, ed E H, allora baſterà continuare l'argine diritto da E in H baſſo, acciocchè l'acque alte della piena lo poſſano caualcare per riempiere con la belletta il ſeno E H, auuertendo, che ſe il letto del fiume è molto pendente verſo F, ò pure il corſo di qualche Torrente, che imbocchi in C I vada ad vrtare l'argine E F H, ſarà neceſſario aſſicurarlo, co'l porui vn'ordine di due, tre, o più pignoni piccoli paralleli, e pendenti verſo il mezzo, del fiume, che facciano angoli acuti con gli argini dalla parte ſuperiore R con tutte le circoſtanze dette di ſopra: poi dalla parte dell' argine oppoſto facciaſi vn foſſo I M alla dirittura dell' argine C D, e in eſſo sbocchino altri foſſi traſuerſali, come K L. Non ha dubbio, che la prima piena, che verrà formerà co' pignoni vn letto al fiume pendente verſo il rialto I K M, e ſcorrendo per i canali traſuerſali nella foſſa I M roderà i tramezzi, e formerà vn letto baſſo compreſo da due argini paralleli.

Ma ſe il ſerpeggiamento del fiume foſſe grande, come ſe ne trouano taluolta di miglia in-

Figura XXXI. tere, qual' è nella trentesimaprima figura, il serpeggiamento R I X Z, allora si ricerca maggior lauoro per ridurlo diritto, e questo, o si vuol fare su'l bel principio tutto in vna volta, o pure si auerà a fare in lungo tempo insensibilmente. Nel secondo caso basterebbe fare dalla parte dell' argine B X incauato verso X vn'ordine di pignoni al modo solito, in virtù de' quali la corrente principale, e rapidissima del fiume anderebbe sforzando, e rodendo il promontorio F L G dell' argine opposto: ma poi bisognerebbe auanzar l'argine verso detto promontorio, e rifar di nuouo in X vn'altr'ordine di pignoni, la qual cosa sarebbe lunga, e di molta spesa; e però incomparabilmente minore riuscirebbe a raddirizzar quiui il fiume alla bella prima, il che si dourà fare in questa maniera. Prima in tempo di State quando l' acque sono bassissime si doueranno fare due fosse diritte, profonde, e parallele, quali sono E H, e Q S poste alla dirittura degli argini A B, e D E. Oltre a ciò nel mezzo di dette fosse si faccia vn' altro incauo profondo, e assai largo M N posto alla dirittura del mezzo del fiume R Z, a queste si continouino altre fosse piccole, o solchi P, O trauersali paralleli tra di loro, ma obliqui a gli argini diritti. Poi dee turarsi tutto l' alueo del fiume dirittamente da B verso F con palafitte, fascine, e terra, o cassoni ripieni di sassi, ma non

molto

molto alto, acciocchè l'acque torbide delle piene lo possano caualcare per rinterrare con la belletta, e riempiere pian piano l'alueo antico K F X G C, e così anche in G C deue farsi vn' altr' argine, più basso dell'argine B F per lo scolo del trabocco a discrizione del perito ingegnere, acciò possano l'acque chiare restate dalla piena antecedente in parte scaricarsi con la piena susseguente, la quale entrerà nel luogo dell'acque chiare, come più graue essendo torbida, e ripiena di terra, e le chiare, come più leggiere, si solleueranno sopra detta torbida, e si scaricheranno per G C tante, e tante volte finchè sia ricolmato lo spazio B F X G C, e allora si potranno rialzare, e perfezzionare gli argini B F, G C, perchè già sarà anche tutto lo spazio E, Q S H diuentato alueo andante del fiume.

E auuertasi di far detto argine, come sopra, di cassoni, i quali si riempiano di sassi, e si ricoprano di sopra con tauole inchiodate, acciò la piena caualcandogli non gli possa votare, ne muouere, che questo giudico esser' il più facile, e sicuro riparo in simili occorrenze, di più nell' argine B F dee farsi vn' ordine di pignoni con le circostanze dette di sopra, come K I, perchè per la tortuosità del fiume la parte più pendente, e depressa del fiume torceua da R per I in K, onde il nuouo argine B F verrebbe ad essere tormentato; però è ne-

necessario fargli la difesa de' detti pignoni. Venendo poi l'acque prime di qualsiuoglia piena, auuiandosi per la gran fossa M N, e per i canali trasuersali O, e P, prima che la piena arriui al suo massimo crescimento, auerà corroso i tramezzi P. O, e auerà formato vn letto amplo compreso da due argini diritti, e paralleli A B, F C, e D E H, e però il fiume si sarà raddirizzato, e l'argine pericoloso B F si sarà afficurato da' Pignoni, i quali non lo lasceranno percuotere, e corrodere, ma l'altr'argine G C non ha bisogno d'esser difeso, perchè il letto pende da G verso N. Qui poi benche si sia perduta tutta la campagna E Q S H, in breue tempo potrà acquistarsene vn'altra molto maggiore di miglia intere, quale è B X C, perchè traboccandoui l'acque torbide per la sommità non molto alta B F continuamente imporranno, & andranno pian piano solleuando, e riempiendo quel sito basso, che in pochi anni si potrà coltiuare, e trarne frutto non solo equiualente, ma anche maggiore della spesa fatta per raddirizzare il fiume, e insiememente si acquisterà maggior pendenza, e decliuità al fiume, e però più rapidità, dalla quale ne segue lo scauamento del suo letto, e la sicurezza della Campagna, la manco spesa à mantenere, rifare, e rassettare tanta lunghezza d'argini, e finalmente

nalmente la maggiore facilità della nauigazione con tutti quelli vtili, e comodità, che porta seco; benefici, che quando fussero ben considerati, e intesi, non dubito, che auerebbero a muouere il zelo de' Principi a fare vn tanto bene per vtile de' loro sudditi, e a togliere l' occasioni, e necessità di quelle continue spese, che si fanno per i ripari de' fiumi senza esser mai sicuri da i danni, e pericoli delle Campagne.

I L F I N E.

Correzioni d' alcuni errori più notabili.

Fac. 5. *verso* 5. quadrati delle C G, G E. *Fac.* 6. *vers* 16. A C, e dello stesso. e *v.* 28. parallelogrammo rettangolo. *Fac.* 7. *verso* 18. E G, e dell' inclinato B D. *Fac.* 25. *ver.* 22. alle sponde, e all' orizzonte in *Fac.* 26. *verso* 11. alle sponde, e all'orizzonte sia *Fac.* 28. *ver.* 15. le sezioni trapezie intese ad angoli retti agli argini, e all'orizzonte, tra di loro. e *v.* 17. che è il medesimo. *Fac.* 29. *v.* 5. quand' anche fosse stagnante. *Fac.* 49. *verso* 7. o dalle pioggie, o dal vento. *Fac.* 79. *ver.* 3. verticale L M S, che passa *Fac.* 81. *verso* 5. si rifrangerà verso. *Facc:* 98. *v.* 7. si rifrangerà qualche *Fac.* 100. *v.* 2. si sporgono verso il. *Fac.* 105. *v.* 14. D G, e questo *Facc.* 130. *v.* 6. che vi s'accostano *Fac.* 133. *v.* 26. pignoni doue non *Facc.* 140. *v.* 24. la pendenza dell

Stampisi osseruati gl'ordini 11. *Luglio* 1664.
Vincenzio Bardi Vic. Gener.

Die 11. Iulij 1664.

Videat, & referat, adm. Reu. P. Mag. Lelius Mela Ord. Seru. B. M. Virginis huius S. Officij Florentiæ Consultor, &c.

Fr. Dominicus Antonius Ranieri de Aquapendente Canc. S. Officij Flor. de mand.

Reuerendiss. Padre Inquisitore.

Stamane a 14. ore ho riceuta la presente composizione; & auendola riueduta con mio grandissimo gusto, ho osseruato, che non solo non contiene cose contrarie alla nostra S. Fede, o a' buoni costumi, ma è ripiena di Regole, e Direzioni vtilissime, e necessarie al ben publico. Onde la stimo degnissima di stampa. In fede ho scritto di propria mano questo dì 24. Luglio 1664.

F. Lelio Mela de' Serui Consultore.

Imprimatur Florentiæ die 26. Iulij 1664.
Fr. Iacobus Tosini Vicar. Gener S. Officij Florentiæ

Giouanni Federighi.